ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

TOME VI.

MINÉRAUX.

III.

PARIS. — IMPRIMERIE D'AD. MOESSARD, RUE DE FURSTEMBERG, N° 8 BIS.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON

AUGMENTÉES

PAR M. F. CUVIER,

MEMBRE DE L'INSTITUT,

(Académie des Sciences)

DE DEUX VOLUMES

supplémentaires

OFFRANT LA DESCRIPTION DES MAMMIFÈRES ET DES OISEAUX LES PLUS REMARQUABLES DÉCOUVERTS JUSQU'A CE JOUR,

ET ACCOMPAGNÉES

D'UN BEAU PORTRAIT DE BUFFON, ET DE 260 GRAVURES EN TAILLE-DOUCE, EXÉCUTÉES POUR CETTE ÉDITION PAR LES MEILLEURS ARTISTES.

A PARIS,

CHEZ F. D. PILLOT, ÉDITEUR,

RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, N° 49;

SALMON, LIBRAIRE,

QUAI DES AUGUSTINS, N° 19.

1829.

3218

HISTOIRE
DES MINÉRAUX.

III.

HISTOIRE
DES MINÉRAUX.

DE LA FIGURATION DES MINÉRAUX.

Comme l'ordre de nos idées doit être ici le même que celui de la succession des temps, et que le temps ne peut nous être représenté que par le mouvement et par ses effets, c'est-à-dire par la succession des opérations de la nature, nous la considérerons d'abord dans les grandes masses qui sont les résultats de ses premiers et grands travaux sur le globe terrestre; après quoi nous essaierons de la suivre dans ses procédés particuliers, et tâcherons de saisir la combinaison des moyens qu'elle emploie pour former les petits volumes de ces matières précieuses dont elle paroît d'autant plus avare qu'elles sont en apparence plus pures et plus simples; et quoique, en général, les substances et leurs formes soient si différentes qu'elles paroissent être variées à l'infini, nous espérons qu'en suivant de près la marche de la nature en mouvement, dont nous avons déjà tracé les plus grands pas dans ses époques, nous ne pourrons nous égarer que quand la lumière nous manquera, faute de connois-

sances acquises par l'expérience encore trop courte des siècles qui nous ont précédés.

Divisons, comme l'a fait la nature, en trois grandes classes toutes les matières brutes et minérales qui composent le globe de la terre; et d'abord considérons-les une à une, en les combinant ensuite deux à deux, et enfin en les réunissant ensemble toutes trois.

La première classe embrasse les matières qui, ayant été produites par le feu primitif, n'ont point changé de nature, et dont les grandes masses sont celles de la roche intérieure du globe et des éminences qui forment les appendices extérieures de cette roche, et qui, comme elle, sont solides et vitreuses : on doit donc y comprendre le roc vif, les quartz, les jaspes, le feld-spath, les schorls, les micas, les grès, les porphyres, les granites, et toutes les pierres de première et même de seconde formation qui ne sont pas calcinables, et encore les sables vitreux, les argiles, les schistes, les ardoises, et toutes les autres matières provenant de la décomposition et des débris des matières primitives que l'eau aura délayées, dissoutes, ou dénaturées.

La seconde classe comprend les matières qui ont subi une seconde action du feu, et qui ont été frappées par les foudres de l'électricité souterraine, ou fondues par le feu des volcans, dont les grosses masses sont les laves, les basaltes, les pierres ponces, les pouzzolanes, et les autres matières volcaniques, qui nous présentent en petit des produits assez semblables à ceux de l'action du feu primitif : et ces deux classes sont celles de la *nature brute;* car toutes les

matières qu'elles contiennent ne portent que peu ou point de traces d'organisation.

La troisième classe contient les substances calcinables, les terres végétales, et toutes les matières formées du détriment et des dépouilles des animaux et des végétaux par l'action ou l'intermède de l'eau, dont les grandes masses sont les rochers et les bancs des marbres, des pierres calcaires, des craies, des plâtres, et la couche universelle de terre végétale qui couvre la surface du globe, ainsi que les couches particulières de tourbes, de bois fossiles, et de charbons de terre, qui se trouvent dans son intérieur.

C'est surtout dans cette troisième classe que se voient tous les degrés et toutes les nuances qui remplissent l'intervalle entre la matière brute et les substances organisées; et cette matière intermédiaire, pour ainsi dire mi-partie de brut et d'organique, sert également aux productions de la nature active dans les deux empires de la vie et de la mort : car comme la terre végétale et toutes les substances calcinables contiennent beaucoup plus de parties organiques que les autres matières produites ou dénaturées par le feu, ces parties organiques, toujours actives, ont fait de fortes impressions sur la matière brute et passive; elles en ont travaillé toutes les surfaces et quelquefois pénétré l'épaisseur; l'eau développe, délaie, entraîne, et dépose ces éléments organiques sur les matières brutes : aussi la plupart des minéraux figurés ne doivent leurs différentes formes qu'au mélange et aux combinaisons de cette matière active avec l'eau qui lui sert de véhicule. Les productions de la nature organisée, qui, dans l'état de vie et de végétation, re-

présentent sa force et font l'ornement de la terre, sont encore, après la mort, ce qu'il y a de plus noble dans la nature brute : les détriments des animaux et des végétaux conservent des molécules organiques actives, qui communiquent à cette matière passive les premiers traits de l'organisation en lui donnant la forme extérieure. Tout minéral figuré a été travaillé par ces molécules organiques provenant du détriment des êtres organisés, ou par les premières molécules organiques existantes avant leur formation : ainsi les minéraux figurés tiennent tous de près ou de loin à la nature organisée; et il n'y a de matières entièrement brutes que celles qui ne portent aucun trait de figuration; car l'organisation a, comme toute autre qualité de la matière, ses degrés et ses nuances, dont les caractères les plus généraux, les plus distincts, et les résultats les plus évidents, sont la vie dans les animaux, la végétation dans les plantes, et la figuration dans les minéraux.

Le grand et le premier instrument avec lequel la nature opère toutes ses merveilles est cette force universelle, constante, et pénétrante, dont elle anime chaque atome de matière en leur imprimant une tendance mutuelle à se rapprocher et s'unir. Son autre grand moyen est la chaleur, et cette seconde force tend à séparer tout ce que la première a réuni : néanmoins elle lui est subordonnée; car l'élément du feu, comme toute autre matière, est soumis à la puissance générale de la force attractive. Celle-ci est d'ailleurs également répartie dans les substances organisées, comme dans les matières brutes; elle est toujours proportionnelle à la masse : toujours présente, sans

cesse active, elle peut travailler la matière dans les trois dimensions à la fois, dès qu'elle est aidée de la chaleur, parce qu'il n'y a pas un point qu'elle ne pénètre à tout instant, et que par conséquent la chaleur ne puisse étendre et développer, dès qu'elle se trouve dans la proportion qu'exige l'état des matières sur lesquelles elle opère. Ainsi, par la combinaison de ces deux forces actives, la matière ductile, pénétrée et travaillée dans tous ses points, et par conséquent dans les trois dimensions à la fois, prend la forme d'un germe organisé, qui bientôt deviendra vivant ou végétant par la continuité de son développement et de son extension proportionnelle en longueur, largeur, et profondeur. Mais si ces deux forces pénétrantes et productrices, l'attraction et la chaleur, au lieu d'agir sur des substances molles et ductiles, viennent à s'exercer sur des matières sèches et dures qui leur opposent trop de résistance, alors elles ne peuvent agir que sur la surface, sans pénétrer l'intérieur de cette matière trop dure; elles ne pourront donc, malgré toute leur activité, la travailler que dans deux dimensions au lieu de trois, en traçant à sa superficie quelques linéaments; et cette matière n'étant travaillée qu'à la surface ne pourra prendre d'autre forme que celle d'un minéral figuré. La nature opère ici comme l'art de l'homme, il ne peut que tracer des figures et former des surfaces; mais dans ce genre même de travail, le seul où nous puissions l'imiter, elle nous est encore si supérieure, qu'aucun de nos ouvrages ne peut approcher des siens.

Le germe de l'animal ou du végétal étant formé par la réunion des molécules organiques avec une pe-

tite portion de matière ductile, ce moule intérieur une fois donné et bientôt développé par la nutrition suffit pour communiquer son empreinte, et rendre sa même forme à perpétuité, par toutes les voies de la reproduction et de la génération; au lieu que, dans le minéral, il n'y a point de germe, point de moule intérieur capable de se développer par la nutrition, ni de transmettre sa forme par la reproduction.

Les animaux et les végétaux, se reproduisant également par eux-mêmes, doivent être considérés ici comme des êtres semblables pour le fond et les moyens d'organisation; les minéraux, qui ne peuvent se reproduire par eux-mêmes, et qui néanmoins se produisent toujours sous la même forme, en diffèrent par l'origine et par leur structure, dans laquelle il n'y a que des traces superficielles d'organisation. Mais, pour bien saisir cette différence originelle, on doit se rappeler[1] que, pour former un moule d'animal ou de végétal capable de se reproduire, il faut que la nature travaille la matière dans les trois dimensions à la fois, et que la chaleur y distribue les molécules organiques dans les mêmes proportions, afin que la nutrition et l'accroissement suivent cette pénétration intime, et qu'enfin la reproduction puisse s'opérer par le superflu de ces molécules organiques, renvoyées de toutes les parties du corps organisé lorsque son accroissement est complet: or, dans le minéral, cette dernière opération, qui est le suprême effort de la nature, ne se fait ni ne tend à se faire; il n'y a point de molécules organiques superflues qui puissent être renvoyées pour la

1. Voyez les articles où il est traité de la nutrition et de la reproduction.

reproduction. L'opération qui la précède, c'est-à-dire celle de la nutrition, s'exerce dans certains corps organisés qui ne se reproduisent pas, et qui ne sont produits eux-mêmes que par une génération spontanée : mais cette seconde opération est encore supprimée dans le minéral; il ne se nourrit ni s'accroît par cette intus-susception qui, dans tous les êtres organisés, étend et développe leurs trois dimensions à la fois en égale portion : sa seule manière de croître est une augmentation de volume par la juxta-position successive de ses parties constituantes, qui toutes n'étant travaillées que sur deux dimensions, c'est-à-dire en longueur et en largeur, ne peuvent prendre d'autre forme que celle de petites lames infiniment minces et de figures semblables ou différentes; et ces lames figurées, superposées, et réunies, composent, par leur agrégation, un volume plus ou moins grand et figuré de même. Ainsi, dans chaque sorte de minéral figuré, les parties constituantes, quoique excessivement minces, ont une figure déterminée qui borne le plan de leur surface, et leur est propre et particulière; et comme les figures peuvent varier à l'infini, la diversité des minéraux est aussi grande que le nombre de ces variétés de figure.

Cette figuration dans chaque lame mince est un trait, un vrai linéament d'organisation, qui, dans les parties constituantes de chaque minéral, ne peut être tracé que par l'impression des éléments organiques; et en effet, la nature, qui travaille si souvent la matière dans les trois dimensions à la fois, ne doit-elle pas opérer encore plus souvent en n'agissant que dans deux dimensions, et en n'employant à ce dernier tra-

vail qu'un petit nombre de molécules organiques, qui, se trouvant alors surchargées de la matière brute, ne peuvent en arranger que les parties superficielles, sans en pénétrer l'intérieur pour en disposer le fond, et par conséquent sans pouvoir animer cette masse minérale d'une vie animale ou végétative? et quoique ce travail soit beaucoup plus simple que le premier, et que, dans le réel, il soit plus aisé d'effleurer la matière dans deux dimensions que de la brasser dans toutes trois à la fois, la nature emploie néanmoins les mêmes moyens et les mêmes agents; la force pénétrante de l'attraction, jointe à celle de la chaleur, produisent les molécules organiques, et donnent le mouvement à la matière brute en la déterminant à telle ou telle forme, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur lorsqu'elle est travaillée dans les trois dimensions, et c'est de cette matière que se sont formés les germes des végétaux et des animaux : mais, dans les minéraux, chaque petite lame infiniment mince n'étant travaillée que dans deux dimensions par un plus ou moins grand nombre d'éléments organiques, elle ne peut recevoir qu'autour de sa surface une figuration plus ou moins régulière; et si l'on ne peut nier que cette figuration ne soit un premier trait d'organisation, c'est aussi le seul qui se trouve dans les minéraux : or, cette figure une fois donnée à chaque lame mince, à chaque atome du minéral, tous ceux qui l'ont reçue se réunissent par la force de leur affinité respective, laquelle, comme je l'ai dit [1], dépend ici plus de la figure que de la masse; et bientôt ces ato-

1. Voyez *de la Nature*, seconde Vue.

mes en petites lames minces, tous figurés de même, composent un volume sensible et de même figure; les prismes du cristal, les rhombes des spaths calcaires, les cubes du sel marin, les aiguilles du nitre, etc., et toutes les figures anguleuses, régulières ou irrégulières des minéraux, sont tracées par les molécules organiques, et particulièrement par les molécules qui proviennent du résidu des animaux et végétaux dans les matières calcaires, et dans celles de la couche universelle de terre végétale qui couvre la superficie du globe : c'est donc à ces matières mêlées d'organique et de brut que l'on doit rapporter l'origine primitive des minéraux figurés.

Ainsi toute décomposition, tout détriment de matière animale ou végétale, sert non seulement à la nutrition, au développement, et à la reproduction des êtres, mais cette même matière active opère encore comme cause efficiente la figuration des minéraux : elle seule, par son activité différemment dirigée, suivant les résistances de la matière inerte, peut donner la figure aux parties constituantes de chaque minéral, et il ne faut qu'un très petit nombre de molécules organiques pour imprimer cette trace superficielle d'organisation dans le minéral, dont elles ne peuvent travailler l'intérieur; et c'est par cette raison que ces corps étant toujours bruts dans leur substance, ils ne peuvent croître par la nutrition comme les êtres organisés, dont l'intérieur est actif dans tous les points de la masse, et qu'ils n'ont que la faculté d'augmenter de volume par une simple agrégation superficielle de leurs parties.

Quoique cette théorie sur la figuration des miné-

raux soit plus simple d'un degré que celle de l'organisation des animaux, et des végétaux, puisque la nature ne travaille ici que dans deux dimensions au lieu de trois; et quoique cette idée ne soit qu'une extension ou même une conséquence de mes vues sur la nutrition, le développement, et la reproduction des êtres, je ne m'attends pas à la voir universellement accueillie, ni même adoptée de sitôt par le plus grand nombre. J'ai reconnu que les gens peu accoutumés aux idées abstraites ont peine à concecevoir les moules intérieurs et le travail de la nature sur la matière dans les trois dimensions à la fois; dès lors ils ne concevront pas mieux qu'elle ne travaille que dans deux dimensions pour figurer les minéraux: cependant rien de me paroît plus clair, pourvu qu'on ne borne pas ses idées à celles que nous présentent nos moules artificiels; tous ne sont qu'extérieurs, et ne peuvent que figurer les surfaces, c'est-à-dire opérer sur deux dimensions : mais l'existence du moule intérieur et son extension, c'est-à-dire ce travail de la nature dans les trois dimensions à la fois, sont démontrées par le développement de tous les germes dans les végétaux, de tous les embryons dans les animaux, puisque toutes leurs parties, soit extérieures, soit intérieures, croissent proportionnellement; ce qui ne peut se faire que par l'augmentation du volume de leur corps dans les trois dimensions à la fois. Ceci n'est donc point un système idéal fondé sur des suppositions hypothétiques, mais un fait constant démontré par un effet général, toujours existant, et à chaque instant renouvelé dans la nature entière : tout ce qu'il y a de nouveau dans cette grande vue, c'est

d'avoir aperçu qu'ayant à sa disposition la forme pénétrante de l'attraction, et celle de la chaleur, la nature peut travailler l'intérieur des corps et brasser la matière dans les trois dimensions à la fois, pour faire croître les êtres organisés, sans que leur forme s'altère en prenant trop ou trop peu d'extension dans chaque dimension. Un homme, un animal, un arbre, une plante, en un mot tous les corps organisés, sont autant de moules intérieurs dont toutes les parties croissent proportionnellement, et par conséquent s'étendent dans les trois dimensions à la fois; sans cela l'adulte ne ressembleroit pas à l'enfant, et la forme de tous les êtres se corromproit dans leur accroissement : car, en supposant que la nature manquât totalement d'agir dans l'une des trois dimensions, l'être organisé seroit bientôt non seulement défiguré, mais détruit, puisque son corps cesseroit de croître à l'intérieur par la nutrition, et dès lors le solide, réduit à la surface, ne pourroit augmenter que par l'application successive des surfaces les unes contre les autres, et par conséquent d'animal ou végétal il deviendroit minéral, dont effectivement la composition se fait par la superposition de petites lames presque infiniment minces qui n'ont été travaillées que sur les deux dimensions de leur surface en longueur et en largeur, au lieu que les germes des animaux et des végétaux ont été travaillés non seulement en longueur et en largeur, mais encore dans tous les points de l'épaisseur, qui fait la troisième dimension; en sorte qu'il n'augmente pas par agrégation comme le minéral, mais par la nutrition, c'est-à-dire par la pénétration de la nourriture dans toutes les parties

de son intérieur, et c'est par cette intus-susception de la nourriture que l'animal et le végétal se développent et prennent leur accroissement sans changer de forme.

On a cherché à reconnoître et distinguer les minéraux par le résultat de l'agrégation ou cristallisation de leurs particules : toutes les fois qu'on dissout une matière, soit par l'eau, soit par le feu, et qu'on la réduit à l'homogénéité, elle ne manque pas de se cristalliser, pourvu qu'on tienne cette matière dissoute assez long-temps en repos pour que les particules similaires et déjà figurées puissent exercer leur force d'affinité, s'attirer réciproquement, se joindre, et se réunir. Notre art peut imiter ici la nature dans tous les cas où il ne faut pas trop de temps, comme pour la cristallisation des sels, des métaux, et de quelques autres minéraux; mais, quoique la substance du temps ne soit pas matérielle, néanmoins le temps entre comme élément général, comme ingrédient réel, et plus nécessaire qu'aucun autre, dans toutes les compositions de la matière : or la dose de ce grand élément ne nous est point connue; il faut peut-être des siècles pour opérer la cristallisation d'un diamant, tandis qu'il ne faut que quelques minutes pour cristalliser un sel. On peut même croire que, toutes choses égales d'ailleurs, la différence de la dureté des corps provient du plus ou moins de temps que leurs parties sont à se réunir; car comme la force d'affinité, qui est la même que celle de l'attraction, agit à tout instant et ne cesse pas d'agir, elle doit avec plus de temps produire plus d'effet : or la plupart des productions de la nature dans le règne minéral, exigent

beaucoup plus de temps que nous ne pouvons en donner aux compositions artificielles par lesquelles nous cherchons à l'imiter. Ce n'est donc pas la faute de l'homme ; son art est borné par une limite qui est elle-même sans bornes ; et quand, par ses lumières, il pourroit reconnoître tous les éléments que la nature emploie, quand il les auroit à sa disposition, il lui manqueroit encore la puissance de disposer du temps, et de faire entrer des siècles dans l'ordre de ses combinaisons.

Ainsi les matières qui paroissent être les plus parfaites sont celles qui, étant composées de parties homogènes, ont pris le plus de temps pour se consolider, se durcir, et augmenter de volume et de solidité autant qu'il est possible. Toutes ces matières minérales sont figurées ; les éléments organiques tracent le plan figuré de leurs parties constituantes jusque dans les plus petits atomes, et laissent faire le reste au temps, qui, toujours aidé de la force attractive, a d'abord séparé les particules hétérogènes pour réunir ensuite celles qui sont similaires, par de simples agrégations, toutes dirigées par leurs affinités. Les autres minéraux qui ne sont pas figurés ne présentent qu'une matière brute, qui ne porte aucun trait d'organisation ; et comme la nature va toujours par degrés et nuances, il se trouve des minéraux mi-partis d'organique, et de brut, lesquels offrent des figures irrégulières, des formes extraordinaires, des mélanges plus ou moins assortis, et quelquefois si bizarres qu'on a grande peine à deviner leur origine, et même à démêler leurs diverses substances.

L'ordre que nous mettrons dans la contemplation

de ces différents objets sera simple et déduit des principes que nous avons établis; nous commencerons par la matière la plus brute, parce qu'elle fait le fonds de toutes les autres matières, et même de toutes les substances plus ou moins organisées : or, dans ces matières brutes, le verre primitif est celle qui s'offre la première comme la plus ancienne, et comme produite par le feu dans le temps où la terre liquéfiée a pris sa consistance. Cette masse immense de matière vitreuse, s'étant consolidée par le refroidissement, a formé des boursouflures et des aspérités à sa surface; elle a laissé en se resserrant une infinité de vides et de fentes, surtout à l'extérieur, lesquels se sont bientôt remplis par la sublimation ou la fusion de toutes les matières métalliques; elle s'est durcie en roche solide à l'intérieur, comme une masse de verre bien recuit se consolide et se durcit lorsqu'il n'est point exposé à l'action de l'air. La surface de ce globe immense s'est divisée, fêlée, fendillée, réduite en poudre, par l'impression des agents extérieurs : ces poudres de verre furent ensuite saisies, entraînées, et déposées par les eaux, et formèrent dès lors les couches de sable vitreux, qui, dans ces premiers temps, étoient bien plus épaisses et plus étendues qu'elles ne le sont aujourd'hui; car une grande partie de ces débris de verre qui ont été transportés les premiers par le mouvement des eaux ont ensuite été réunis en blocs de grès, ou décomposés et convertis en argile par l'action et l'intermède de l'eau. Ces argiles, durcies par le dessèchement, ont formé les ardoises et les schistes; et ensuite les bancs calcaires produits par les coquillages, les madrépores, et tous les détriments des productions de la mer, ont

été déposés au dessus des argiles et des schistes; et ce n'est qu'après l'établissement local de toutes ces grandes masses que se sont formés la plupart des autres minéraux.

Nous suivrons donc cet ordre, qui de tous est le plus naturel; et au lieu de commencer par les métaux les plus riches ou par les pierres précieuses, nous présenterons les matières les plus communes, et qui, quoique moins nobles en apparence, sont néanmoins les plus anciennes, et celles qui tiennent, sans comparaison, la plus grande place dans la nature, et méritent par conséquent d'autant plus d'être considérées que toutes les autres en tirent leur origine.

DES VERRES PRIMITIFS.

Si l'on pouvoit supposer que le globe terrestre, avant sa liquéfaction, eût été composé des mêmes matières qu'il l'est aujourd'hui, qu'ayant tout à coup été saisi par le feu toutes ces matières se fussent réduites en verre, nous aurions une juste idée des produits de la vitrification générale, en les comparant avec ceux des vitrifications particulières qui s'opèrent sous nos yeux par le feu des volcans; ce sont des verres de toutes sortes, très différents les uns des autres par la densité, la dureté, les couleurs, depuis les basaltes et les laves les plus solides et les plus noires jusqu'aux pierres ponces les plus blanches, qui semblent être les

plus légères de ces productions de volcan : entre ces deux termes extrêmes on trouve tous les autres degrés de pesanteur et de légèreté dans les laves plus ou moins compactes et plus ou moins poreuses ou mélangées; de sorte qu'en jetant un coup d'œil sur une collection bien rangée de matières volcaniques on peut aisément reconnoître les différences, les degrés, les nuances, et même la suite des effets et du produit de cette vitrification par le feu des volcans. Dans cette supposition il y auroit eu autant de sortes de matières vitrifiées par le feu primitif que par celui des volcans, et ces matières seroient aussi de même nature que les pierres ponces, les laves, et les basaltes; mais le quartz et les matières vitreuses de la masse du globe étant très différents de ces verres de volcans, il est évident qu'on n'auroit qu'une fausse idée des effets et des produits de la vitrification générale, si l'on vouloit comparer ces matières premières aux productions volcaniques.

Ainsi la terre, lorsqu'elle a été vitrifiée, n'étoit point telle qu'elle est aujourd'hui, mais plutôt telle que nous l'avons dépeinte à l'époque de sa formation[1]; et pour avoir une idée plus juste des effets et du produit de la vitrification générale, il faut se représenter le globe entier pénétré de feu et fondu jusqu'au centre, et se souvenir que cette masse en fusion, tournant sur elle-même, s'est élevée sous l'équateur par la force centrifuge, et en même temps abaissée sous les pôles; ce qui n'a pu se faire sans former des cavernes et des boursouflures dans les couches extérieures à mesure qu'elles prenoient de la consistance. Tâchons

1. Voyez la *première époque*.

donc de concevoir de quelle manière les matières vitrifiées ont pu se disposer et devenir telles que nous les trouvons dans le sein de la terre.

Toute la masse du globe, liquéfiée par le feu, ne pouvoit d'abord être que d'une substance homogène et plus pure que celle de nos verres et des laves de volcan, puisque toutes les matières qui pouvoient se sublimer étoient alors reléguées dans l'atmosphère avec l'eau et les autres substances volatiles. Ce verre homogène et pur nous est représenté par le quartz, qui est la base de toutes les autres matières vitreuses; nous devons donc le regarder comme le verre primitif. Sa substance est simple, dure, et résistante à toute action des acides ou du feu; sa cassure vitreuse démontre son essence, et tout nous porte à penser que c'est le premier verre qu'ait produit la nature.

Et, pour se former une idée de la manière dont ce verre a pu prendre autant de consistance et de dureté, il faut considérer qu'en général le verre en fusion n'acquiert aucune solidité s'il est frappé par l'air extérieur, et que ce n'est qu'en le laissant recuire lentement et long-temps dans un four chaud et bien fermé qu'on lui donne une consistance solide; plus les masses de verre sont épaisses, et plus il faut de temps pour les consolider et les recuire : or, dans le temps que la masse du globe, vitrifiée par le feu, s'est consolidée par le refroidissement, l'intérieur de cette masse immense aura eu tout le temps de se recuire et d'acquérir de la solidité et de la dureté; tandis que la surface de cette même masse, frappée du refroidissement, n'a pu, faute de recuit, prendre au-

cune solidité. Cette surface, exposée à l'action des éléments extérieurs, s'est divisée, fêlée, fendillée, et même réduite en écailles, en paillettes, et en poudre, comme nous le voyons dans nos verres en fusion exposés à l'action de l'air. Ainsi le globe, dans ce premier temps, a été couvert d'une grande quantité de ces écailles ou paillettes du verre primitif, qui n'avoit pu se recuire assez pour prendre de la solidité; et ces parcelles ou paillettes du premier verre nous sont aujourd'hui représentées par les micas et les grains décrépités du quartz, qui sont ensuite entrés dans la composition des granites et de plusieurs matières vitreuses.

Les micas n'étant, dans leur première origine, que des exfoliations du quartz frappé par le refroidissement, leur essence est au fond la même que celle du quartz : seulement la substance du mica est un peu moins simple; car il se fond à un feu très violent, tandis que le quartz y résiste; et nous verrons dans la suite qu'en général plus la substance d'une matière est simple et homogène, moins elle est fusible. Il paroît donc que quand la couche extérieure du verre primitif s'est réduite en paillettes par la première action du refroidissement, il s'est mêlé à sa substance quelques parties hétérogènes contenues dans l'air dont il a été frappé; et dès lors la substance des micas, devenue moins pure que celle du quartz, est aussi moins réfractaire à l'action du feu.

Peu de temps avant que le quartz se soit entièrement consolidé en se recuisant lentement sous cette enveloppe de ses fragments décrépités et réduits en micas, le fer, qui, de tous les métaux, est le plus résistant

au feu, a le premier occupé les fentes qui se formoient de distance en distance par la retraite que prenoit la matière du quartz en se consolidant; et c'est dans ces mêmes interstices que s'est formé le jaspe, dont la substance n'est au fond qu'une matière quartzeuse, mais imprégnée de matières métalliques qui lui ont donné de fortes couleurs, et qui néanmoins n'ont point altéré la simplicité de son essence; car il est aussi infusible que le quartz. Nous regarderons donc le quartz, le jaspe, et le mica, comme les trois premiers verres primitifs, et en même temps comme les trois matières les plus simples de la nature.

Ensuite, et à mesure que la grande chaleur diminuoit à la surface du globe, les matières sublimées tombant de l'atmosphère se sont mêlées en plus ou moins grande quantité avec le verre primitif, et de ce mélange ont résulté deux autres verres dont la substance étant moins simple s'est trouvée bien plus fusible; ces deux verres sont le feld-spath et le schorl: leur base est également quartzeuse; mais le fer et d'autres matières hétérogènes s'y trouvent mêlés au quartz, et c'est ce qui leur a donné une fusibilité à peu près égale à celle de nos verres factices.

On pourroit donc dire en toute rigueur qu'il n'y a qu'un seul verre primitif, qui est le quartz, dont la substance, modifiée par la teinture du fer, a pris la forme de jaspe et celle de mica par les exfoliations de tous deux; et ce même quartz, avec une plus grande quantité de fer et d'autres matières hétérogènes, s'est converti en feld-spath et en schorl: c'est à ces cinq matières que la nature paroît avoir borné le nombre des premiers verres produits par le feu

primitif, et desquels ont ensuite été composées toutes les substances vitreuses du règne minéral.

Il y a donc eu, dès ces premiers temps, des verres plus ou moins purs, plus ou moins recuits, et plus ou moins mélangés de matières différentes : les uns composés des parties les plus fixes de la matière en fusion, et qui, comme le quartz, ont pris plus de dureté et plus de résistance au feu que nos verres et que ceux des volcans; d'autres presque aussi durs, aussi réfractaires, mais qui, comme les jaspes, ont été fortement colorés par le mélange des parties métalliques; d'autres qui, quoique durs, sont, comme le feld-spath et le schorl, très aisément fusibles; d'autres enfin, comme le mica, qui, faute de recuit, étoient si spumeux et si friables qu'au lieu de se durcir ils se sont éclatés et dispersés en paillettes, ou réduits en poudre par le plus petit et premier choc des agents extérieurs.

Ces verres de qualités différentes se sont mêlés, combinés, et réunis ensemble en proportions différentes : les granites, les porphyres, les ophites et les autres matières vitreuses en grandes masses, ne sont composés que des détriments de ces cinq verres primitifs; et la formation de ces substances mélangées a suivi de près celle de ces premiers verres, et s'est faite dans le temps qu'ils étoient encore en demi-fusion : ce sont là les premières et les plus anciennes matières de la terre; elles méritent toutes d'être considérées à part, et nous commencerons par le quartz, qui est la base de toutes les autres, et qui nous paroît être de la même nature que la roche de l'intérieur du globe.

Mais je dois auparavant prévenir une objection qu'on pourroit me faire avec quelque apparence de raison. Tous nos verres factices, et même toutes les matières vitreuses produites par le feu des volcans, telles que les basaltes et les laves, cèdent à l'impression de la lime, et sont fusibles aux feux de nos fourneaux : le quartz et le jaspe, au contraire, que vous regardez, me dira-t-on, comme les premiers verres de la nature, ne peuvent ni s'entamer par la lime ni se fondre par notre art ; et de vos cinq verres primitifs, qui sont le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, il n'y a que les trois derniers qui soient fusibles, et encore le mica ne peut se réduire en verre qu'au feu le plus violent; et dès lors le quartz et les jaspes pourroient bien être d'une essence ou tout au moins d'une texture différente de celle du verre. La première réponse que je pourrois faire à cette objection, c'est que tout ce que nous connoissons non seulement dans la classe des substances vitreuses produites par la nature, mais même dans nos verres factices composés par l'art, nous fait voir que les plus purs et les plus simples de ces verres sont en même temps les plus réfractaires, et que quand ils ont été fondus une fois ils se refusent et résistent ensuite à l'action de la même chaleur qui leur a donné cette première fusion, et ne cèdent plus qu'à un degré de feu de beaucoup supérieur : or comment trouver un degré de feu supérieur à un embrasement presque égal à celui du soleil, et tel que le feu qui a fondu ces quartz et ces jaspes? car, dans ce premier temps de la liquéfaction du globe, l'embrasement de la

terre étoit presque égal à celui de cet astre; et puisqu'aujourd'hui même la plus grande chaleur que nous puissions produire est celle de la réunion d'une portion presque infiniment petite de ses rayons par les miroirs ardents, quelle idée ne devons-nous pas avoir de la violence du feu primitif! et pouvons-nous être étonnés qu'il ait produit le quartz et d'autres verres plus durs et moins fusibles que les basaltes et les laves des volcans?

Quoique cette réponse soit assez satisfaisante, et qu'on puisse très raisonnablement s'en tenir à mon explication, je pense que, dans des sujets aussi difficiles, on ne doit rien prononcer affirmativement, sans exposer toutes les difficultés et les raisons sur lesquelles on pourroit fonder une opinion contraire. Ne se pourroit-il pas, dira-t-on, que le quartz, que vous regardez comme le produit immédiat de la vitrification générale, ne fût lui-même, comme toutes les autres substances vitreuses, que le détriment d'une matière primitive que nous ne connoissons pas, faute d'avoir pu pénétrer à d'assez grandes profondeurs dans le sein de la terre, pour y trouver la vraie masse qui en remplit l'intérieur? L'analogie doit faire adopter ce sentiment plutôt que votre opinion: car les matières qui, comme le verre, ont été fondues par nos feux, peuvent l'être de nouveau, et par le même élément du feu, tandis que celles qui, comme le cristal de roche, l'argile blanche, et la craie pure, ne sont formées que par l'intermède de l'eau, résistent, comme le quartz, à la plus grande violence du feu: dès lors ne doit-on pas penser que le quartz n'a pas été produit par ce

dernier élément, mais formé par l'eau, comme l'argile et la craie pures, qui sont également réfractaires à nos feux? et si le quartz a en effet été produit primitivement par l'intermède de l'eau, à plus forte raison le jaspe, le porphyre, et les granites, auront été formés par le même élément.

J'observerai d'abord que, dans cette objection, le raisonnement n'est appuyé que sur la supposition idéale d'une matière inconnue, tandis que je pars au contraire d'un fait certain, en présentant pour matière primitive les deux substances les plus simples qui se soient jusqu'ici rencontrées dans la nature; et je réponds, en second lieu, que l'idée sur laquelle ce raisonnement est fondé n'est encore qu'une autre supposition démentie par les observations; car il faudroit alors que les eaux eussent non seulement surmonté les pics des plus hautes montagnes de quartz et de granite, mais encore que l'eau eût formé les masses immenses de ces mêmes montagnes par des dépôts accumulés et superposés jusqu'à leurs sommets : or cette double supposition ne peut ni se soutenir ni même se présenter avec quelque vraisemblance, dès que l'on vient à considérer que la terre n'a pu prendre sa forme renflée sous l'équateur et abaissée sous les pôles que dans son état de liquéfaction par le feu, et que les boursouflures et les grandes éminences du globe ont de même nécessairement été formées par l'action de ce même élément dans le temps de la consolidation. L'eau, en quelque quantité et dans quelque mouvement qu'on la suppose, n'a pu produire ces chaînes de montagnes primitives qui font

la charpente de la terre, et tiennent à la roche qui en occupe l'intérieur. Loin d'avoir travaillé ces montagnes primitives dans toute l'épaisseur de leur masse, ni par conséquent d'avoir pu changer la nature de cette prétendue matière primitive, pour en faire du quartz ou des granites, les eaux n'ont eu aucune part à leur formation; car ces substances ne portent aucune trace de cette origine, et n'offrent pas le plus petit indice du travail ou du dépôt de l'eau. On ne trouve aucune production marine ni dans le quartz ni dans le granite; et leurs masses, au lieu d'être disposées par couches comme le sont toutes les matières transportées ou déposées par les eaux, sont au contraire comme fondues d'une seule pièce, sans lits ni divisions que celles des fentes perpendiculaires qui se sont formées par la retraite de la matière sur elle-même dans le temps de sa consolidation par le refroidissement. Nous sommes donc bien fondés à regarder le quartz et toutes les matières en grandes masses dont il est la base, telles que les jaspes, les porphyres, les granites, comme des produits du feu primitif, puisqu'ils diffèrent en tout des matières travaillées par les eaux.

Le quartz forme la roche du globe; les appendices de cette roche servent de noyaux aux plus hautes éminences de la terre. Le jaspe est aussi un produit immédiat du feu primitif, et il est, après le quartz, la matière vitreuse la plus simple; car il résiste également à l'action des acides et du feu. Il n'est pas tout-à-fait aussi dur que le quartz, et il est presque toujours fortement coloré : mais ces différences ne doi-

vent pas nous empêcher de regarder le jaspe en grande masse comme un produit du feu, et comme le second verre primitif, puisqu'on n'y voit aucune trace de composition, ni d'autre indice de mélange que celui des parties métalliques qui l'ont coloré; du reste, il est d'une essence aussi pure que le quartz, qui lui-même a reçu quelquefois des couleurs, et particulièrement le rouge du fer. Ainsi, dans le temps de la vitrification générale, les quartz et les jaspes, qui en sont les produits les plus simples, n'ont reçu par sublimation ou par mixtion qu'une petite quantité de particules métalliques dont ils sont colorés; et la rareté des jaspes, en comparaison du quartz, vient peut-être de ce qu'ils n'ont pu se former que dans les endroits où il s'est trouvé des matières métalliques, au lieu que le quartz a été produit en tous lieux. Quoi qu'il en soit, le quartz et le jaspe sont réellement les deux substances vitreuses les plus simples de la nature, et nous devons dès lors les regarder comme les deux premiers verres qu'elle ait produits.

L'infusibilité, ou plutôt la résistance à l'action du feu, dépend en entier de la pureté ou simplicité de la matière : la craie et l'argile pures sont aussi infusibles que le quartz et le jaspe; toutes les matières mixtes ou composées sont au contraire très aisément fusibles. Nous considérerons donc d'abord le quartz et le jaspe comme étant les deux matières vitreuses les plus simples; ensuite nous placerons le mica, qui, étant un peu moins réfractaire au feu, paroît être un peu moins simple; et enfin nous présenterons le feld-spath et le schorl, dont la grande fusibilité semble démontrer que leur substance est mélangée; après

quoi nous traiterons des matières composées de ces cinq substances primitives, lesquelles ont pu se mêler et se combiner ensemble deux à deux, trois à trois, ou quatre à quatre, et dont le mélange a réellement produit toutes les autres matières vitreuses en grandes masses.

Nous ne mettrons pas au nombre des substances du mélange celles qui donnent les couleurs à ces différentes matières, parce qu'il ne faut qu'une si petite quantité de métal pour colorer de grandes masses, qu'on ne peut regarder la couleur comme partie intégrante d'aucune substance; et c'est par cette raison que les jaspes peuvent être regardés comme aussi simples que le quartz, quoiqu'ils soient presque toujours fortement colorés. Ainsi nous présenterons d'abord ces cinq verres primitifs; nous suivrons leurs combinaisons et leurs mélanges entre eux; et, après avoir traité de ces grandes masses vitreuses formées et fondues par le feu, nous passerons à la considération des masses argileuses et calcaires qui ont été produites et entassées par le mouvement des eaux.

DU QUARTZ.

Le quartz est le premier des verres primitifs; c'est même la matière première dont on peut concevoir qu'est formée la roche intérieure du globe. Ses appendices extérieures, qui servent de base et de noyau aux plus grandes éminences de la terre, sont aussi de

cette même matière primitive : ces noyaux des plus hautes montagnes se sont trouvés d'abord environnés et couverts des fragments décrépités de ce premier verre, ainsi que des écailles du jaspe, des paillettes du mica, et des petites masses cristallisées du feldspath et du schorl, qui dès lors ont formé par leur réunion les grandes masses de granite, de porphyre, et de toutes les autres roches vitreuses composées de ces premières matières produites par le feu primitif; les eaux n'ont agi que long-temps après sur ces mêmes fragments et poudres de verre, pour en former les grès, les talcs, et les convertir enfin, par une longue décomposition, en argile et en schiste. Il y a donc eu d'abord, à la surface du globe, des sables décrépités de tous les verres primitifs, et c'est de ces premiers sables que les roches vitreuses en grande masse ont été composées; ensuite ces sables transportés par le mouvement des eaux, et réunis par l'intermède de cet élément, ont formé les grès et les talcs; et enfin ces mêmes sables, par un long séjour dans l'eau, se sont atténués, ramollis, et convertis en argile. Voilà la suite des altérations et les changements successifs de ces premiers verres : toutes les matières qui en ont été formées avant que l'eau les eût pénétrées sont demeurées sèches et dures; celles au contraire qui n'ont été produites que par l'action de l'eau, lorsque ces mêmes verres ont été imbus d'humidité, ont conservé quelque mollesse; car tout ce qui est humide est en même temps mou, c'est-à-dire moins dur que ce qui est sec : aussi n'y a-t-il de parfaitement solide que ce qui est entièrement sec; les verres primitifs et les matières qui en sont com-

posées, telles que les porphyres, les granites, qui tous ont été produits par le feu, sont aussi durs que secs; les métaux, même les plus purs, tels que l'or et l'argent, que je regarde aussi comme des produits du feu, sont de même d'une sécheresse entière [1].

Mais toute matière ne conserve sa sécheresse et sa dureté qu'autant qu'elle est à l'abri de l'action des éléments humides, qui, dans un temps plus ou moins long, la pénètrent, l'altèrent, et semblent quelquefois en changer la nature en lui donnant une forme extérieure toute différente de la première. Les cailloux les plus durs, les laves des volcans, et tous nos verres factices, se convertissent en terre argileuse par la longue impression de l'humidité de l'air; le quartz et tous les autres verres produits par la nature, quelque durs qu'ils soient, doivent subir la même altération, et se convertir à la longue en terre plus ou moins analogue à l'argile.

Ainsi le quartz, comme toute autre matière, doit

1. L'expérience m'a démontré que ces métaux ne contiennent aucune humidité dans leur intérieur.

Ayant exposé au foyer de mon miroir ardent, à quarante et cinquante pieds de distance, des assiettes d'argent et d'assez larges plaques d'or, je fus d'abord un peu surpris de les voir fumer long-temps avant de se fondre : cette fumée étoit assez épaisse pour faire une ombre très sensible sur le terrain éclairé, comme le miroir, par la lumière du soleil; elle avoit tout l'air d'une vapeur humide; et, s'en tenant à cette première apparence, on auroit pu penser que ces métaux contiennent une bonne quantité d'eau; mais ces mêmes vapeurs étant interceptées, reçues, et arrêtées par une plaque d'autre matière, elles l'ont dorée ou argentée. Ce dernier effet démontre donc que ces vapeurs, loin d'être aqueuses, sont purement métalliques, et qu'elles ne se séparent de la masse du métal que par une sublimation causée par la chaleur du foyer auquel il étoit exposé.

se présenter dans des états différents : le premier en grandes masses dures et sèches, produites par la vitrification primitive, et telles qu'on les voit au sommet et sur les flancs de plusieurs montagnes; le second de ces états est celui où le quartz se présente en petites masses brisées et décrépitées par le premier refroidissement; et c'est sous cette seconde forme qu'il est entré dans la composition des granites et de plusieurs autres matières vitreuses; le troisième enfin est celui où ces petites masses sont dans un état d'altération ou de décomposition, produit par les vapeurs de la terre ou par l'infiltration de l'eau. Le quartz primitif est aride au toucher; celui qui est altéré par les vapeurs de la terre, ou par l'eau, est plus doux; et celui qui sert de gangue aux métaux est ordinairement onctueux; il y en a aussi qui est cassant, d'autre qui est feuilleté, etc. : mais l'un des caractères généraux du quartz pur, opaque, ou transparent, est d'avoir la cassure vitreuse, c'est-à-dire par ondes convexes et concaves, également polies et luisantes; et ce caractère très marqué suffiroit pour indiquer que le quartz est un verre, quoiqu'il ne soit pas fusible au feu de nos fourneaux, et qu'il soit moins transparent et beaucoup plus dur que nos verres factices. Indépendamment de sa dureté, de sa résistance au feu, et de sa cassure vitreuse, il prend souvent un quatrième caractère, qui est la cristallisation si connue du cristal de roche : or le quartz dans son premier état, c'est-à-dire en grandes masses produites par le feu, n'est point cristallisé; et ce n'est qu'après avoir été décomposé par l'impression de l'eau, que ses particules prennent, en se réunissant, la forme des prismes du

cristal : ainsi le quartz, dans ce second état, n'est qu'un extrait formé par stillation de ce qu'il y a de plus homogène dans sa propre substance.

Le cristal est en effet de la même nature que le quartz; il n'en diffère que par sa forme et par sa transparence : tous deux frottés l'un contre l'autre deviennent lumineux; tous deux jettent des étincelles par le choc de l'acier; tous deux résistent à l'action des acides, et sont également réfractaires au feu; enfin tous deux sont à peu près de la même densité, et par conséquent leur substance est la même.

On trouve aussi du quartz de seconde formation en petites masses opaques et non cristallisées, mais seulement feuilletées et trouées, comme si cette matière de quartz eût coulé dans les interstices et les fentes d'une terre molle qui lui auroit servi de moule; ce quartz feuilleté n'est qu'une stalactite grossière du quartz en masse, et cette stalactite est composée, comme le grès, de grains quartzeux qui ont été déposés et réunis par l'intermède de l'eau. Nous verrons, dans la suite, que ce quartz troué sert quelquefois de bases aux agates et à d'autres matières du même genre.

M. de Gensanne attribue aux vapeurs de la terre l'altération et même la production des quartz qui accompagnent les filons des métaux; il a fait sur cela de bonnes observations et quelques expériences que je ne puis citer qu'avec éloge. Il assure que ces vapeurs, d'abord condensées en concrétions assez molles, se cristallisent ensuite en quartz. « C'est, dit-il, une observation que j'ai suivie plusieurs années de suite à la mine de Cramaillot, à Planches-les-Mines en Franche-

Comté; les eaux qui suintent à travers les roches de cette mine forment des stalactites au ciel des travaux, et même sur les bois, qui ressemblent aux glaçons qui pendent aux toits pendant l'hiver, et qui sont un véritable quartz. Les extrémités de ces stalactites, qui n'ont pas encore pris une consistance solide, donnent une substance grenue, cristalline, qu'on écrase facilement entre les doigts; et, comme c'est un filon de cuivre, il n'est pas rare, parmi ces stalactites, d'y en voir quelques unes qui forment de vraies malachites d'un très beau vert. Lorsque les travaux d'une mine ont été abandonnés, et que les puits sont remplis d'eau, il n'est pas rare de trouver, au bout d'un certain temps, la surface de ces puits plus ou moins couverte d'une espèce de matière blanche cristallisée, qui est un véritable quartz, c'est-à-dire un *guhr* cristallisé. J'ai vu de ces concrétions qui avoient plus d'un pouce d'épaisseur. »

Je ne suis point du tout éloigné de ces idées de M. de Gensanne : jusqu'à lui, les physiciens n'attribuoient aucune formation réelle et solide aux vapeurs de la terre; mais ces observations et celles que M. de Lassone a faites sur l'émail des grès semblent démontrer que, dans plusieurs circonstances, les vapeurs minérales prennent une forme solide et même une consistance très dure.

Il paroît donc que le quartz, suivant ses différents degrés de décomposition et d'atténuation, se réduit en grains et petites lames qui se rassemblent en masses feuilletées, et que ses stillations plus épurées produisent le cristal de roche; il paroît de même qu'il passe de l'opacité à la transparence par nuances, comme on

le voit dans plusieurs montagnes, et particulièrement dans celles des Vosges, où M. l'abbé Bexon nous assure avoir observé le quartz dans plusieurs états différents : il y a trouvé des quartz opaques ou laiteux, et d'autres transparents ou demi transparents; les uns disposés par veines, et d'autres par blocs, et même par grandes masses, faisant partie des montagnes; et tous ces quartz sont souvent accompagnés de leurs cristaux colorés ou non colorés. M. Guettard a observé les grands rochers de quartz blancs de Chipelu et d'Oursière en Dauphiné, et il fait aussi mention des quartz des environs d'Allevard dans cette même province. M. Bowles rapporte que, dans le terrain de la Nata, en Espagne, il y a une veine de quartz qui sort de la terre, s'étend à plus d'une demi-lieue, et se perd ensuite dans la montagne : il dit avoir coupé un morceau de ce quartz, qui étoit à demi transparent et presque aussi fin que du cristal de roche; il forme comme une bande ou ruban de quatre doigts de large, entre deux lisières d'un autre quartz plus obscur, et le long de cette même veine il se trouve des morceaux de quartz couverts de cristaux réguliers de couleur de lait. M. Guettard a trouvé de semblables cristaux sur le quartz, en Auvergne; la plupart de ces cristaux étoient transparents, et quelques uns étoient opaques, bruns et jaunâtres, ordinairement très distingués les uns des autres, souvent hérissés de beaucoup d'autres cristaux très petits, parmi lesquels il y en avoit plusieurs d'un beau rouge de grenat. Il en a vu de même sur les bancs de granite; et lorsque ces cristaux sont transparents et violets, on leur donne en Auvergne le nom d'*améthyste*, et celui d'*émeraude*

lorsqu'ils sont verts. Je dois observer ici, pour éviter toute erreur, que l'améthyste est en effet un cristal de roche coloré, mais que l'émeraude est une pierre très différente qu'on ne doit pas mettre au nombre des cristaux, parce qu'elle en diffère essentiellement dans sa composition, l'émeraude étant formée de lames superposées, au lieu que le cristal et l'améthyste sont composés de prismes réunis. Et d'ailleurs cette prétendue émeraude ou cristal vert d'Auvergne n'est autre chose qu'un spath fluor, qui est, à la vérité, une substance vitreuse, mais différente du cristal.

On trouve souvent du quartz en gros blocs, détachés du sommet ou séparés du noyau des montagnes. M. Montel, habile minéralogiste, parle de semblables masses qu'il a vues dans les Cévennes, au diocèse d'Alais. « Ces masses de quartz, dit-il, n'affectent aucune figure régulière; leur couleur est blanche; et comme ils n'ont que peu de gerçures, ils n'ont été pénétrés d'aucune terre colorée : ils sont opaques; et quand on les casse, ils se divisent en morceaux inégaux, anguleux.... La fracture représente une vitrification : elle est luisante et réfléchit les rayons de lumière, surtout si c'est un quartz cristallin; car on en trouve quelquefois de cette espèce parmi ces gros morceaux. On ne voit point de quartz d'une forme ronde dans ces montagnes; il ne s'en trouve que dans les rivières ou dans les ruisseaux, et il n'a pris cette forme qu'à force de rouler dans le sable. »

Ces quartz en morceaux arrondis et roulés que l'on trouve dans le lit et les vallées des rivières qui descendent des grandes montagnes primitives sont les débris et les restes des veines ou masses de quartz qui sont

tombées de la crête et des flancs de ces mêmes montagnes, minées et en partie abattues par le temps; et non seulement il se trouve une très grande quantité de quartz en morceaux arrondis dans le lit de ces rivières, mais souvent on voit, sur les collines voisines, des couches entières composées de ces cailloux de quartz arrondis et roulés par les eaux : ces collines ou montagnes inférieures sont évidemment de seconde formation; et quelquefois ces quartz roulés s'y trouvent mêlés avec la pierre calcaire, et tous deux ont également été transportés et déposés par le mouvement des eaux.

Avant de terminer cet article du quartz, je dois remarquer que j'ai employé partout, dans mes Discours sur la théorie de la terre et dans ceux des Époques de la nature, le mot de *roc vif*, pour exprimer la roche quartzeuse de l'intérieur du globe et du noyau des montagnes : j'ai préféré le nom de *roc vif* à celui de *quartz*, parce qu'il présente une idée plus familière et plus étendue, et que cette expression, quoique moins précise, suffisoit pour me faire entendre; d'ailleurs j'ai souvent compris sous la dénomination de *roc vif* non seulement le quartz pur, mais aussi le quartz mêlé de mica, les jaspes, porphyres, granites, et toutes les roches vitreuses en grandes masses que le feu ne peut calciner, et qui par leur dureté étincellent avec l'acier. Les rocs vitreux primitifs diffèrent des rochers calcaires non seulement par leur essence, mais aussi par leur disposition : ils ne sont pas posés par bancs ou par couches horizontales; mais ils sont en pleines masses, comme s'ils étoient fondus d'une seule pièce : autre preuve qu'ils ne tirent pas leur ori-

gine du transport et du dépôt des eaux. La dénomination générique de *roc vif* suffisoit aux objets généraux que j'avois à traiter; mais aujourd'hui qu'il faut entrer dans un plus grand détail, nous ne parlerons du roc vif que pour le comparer quelquefois à la *roche morte*, c'est-à-dire à ce même roc quand il a perdu sa dureté et sa consistance par l'impression des éléments humides à la surface de la terre, ou lorsqu'il a été décomposé dans son sein par les vapeurs minérales.

Je dois encore avertir que quand je dis et dirai que le quartz, le jaspe, l'argile pure, la craie, et d'autres matières, sont infusibles, et qu'au contraire le feld-spath, le schorl, la glaise ou argile impure, la terre limoneuse, et d'autres matières, sont fusibles, je n'entends jamais qu'un degré relatif de fusibilité ou d'infusibilité; car je suis persuadé que tout dans la nature est fusible, puisque tout a été fondu, et que les matières qui, comme le quartz et le jaspe, nous paroissent les plus réfractaires à l'action de nos feux, ne résisteroient pas à celle d'un feu plus violent. Nous ne devons donc pas admettre, en histoire naturelle, ce caractère d'infusibilité dans un sens absolu, puisque cette propriété n'est pas essentielle, mais dépend de notre art, et même de l'imperfection de cet art, qui n'a pu nous fournir encore les moyens d'augmenter assez la puissance du feu pour refondre quelques unes de ces mêmes matières fondues par la nature.

Nous avons dit ailleurs que le feu s'employoit de trois manières, et que, dans chacune, les effets et le produit de cet élément étoient très différents : la première de ces manières est d'employer le feu en grand

volume, comme dans les fourneaux de réverbère pour la verrerie et pour la porcelaine; la seconde, en plus petit volume, mais avec plus de vitesse au moyen des soufflets ou des tuyaux d'aspiration; et la troisième en très petit volume, mais en masse concentrée au foyer des miroirs. J'ai éprouvé, dans un fourneau de glacerie, que le feu en grand volume ne peut fondre la mine de fer en grains, même en y ajoutant des fondants; et néanmoins le feu, quoiqu'en moindre volume, mais animé par l'air des soufflets, fond cette même mine de fer sans addition d'aucun fondant. La troisième manière par laquelle on concentre le volume du feu au foyer des miroirs ardents est la plus puissante et en même temps la plus sûre de toutes, et l'on verra, si je puis achever mes expériences au *miroir à échelons*, que la plupart des matières regardées jusqu'ici comme infusibles ne l'étoient que par la foiblesse de nos feux. Mais, en attendant cette démonstration, je crois qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'il ne faut qu'un certain degré de feu pour fondre ou brûler, sans aucune exception, toutes les matières terrestres, de quelque nature qu'elles puissent être : la seule différence, c'est que les substances pures et simples sont toujours plus réfractaires au feu que les matières composées, parce que, dans tout mixte, il y a des parties que le feu saisit et dissout plus aisément que les autres; et ces parties une fois dissoutes servent de fondant pour liquéfier les premières.

Nous exclurons donc de l'histoire naturelle des minéraux ce caractère d'infusibilité absolue, d'autant que nous ne pouvons le connoître que d'une ma-

nière relative, même équivoque, et jusqu'ici trop incertaine pour qu'on puisse l'admettre; et nous n'emploierons, 1° que celui de la fusibilité relative; 2° le caractère de la calcination ou non-calcination avant la fusion, caractère beaucoup plus essentiel, et par lequel on doit établir les deux grandes divisions de toutes les matières terrestres, dont les unes ne se convertissent en verre qu'après s'être calcinées, et dont les autres se fondent sans se calciner auparavant; 3° le caractère de l'effervescence avec les acides, qui accompagne ordinairement celui de la calcination; et ces deux caractères suffisent pour nous faire distinguer les matières vitreuses des substances calcaires ou gypseuses; 4° celui d'étinceler ou faire feu contre l'acier trempé; et ce caractère indique plus qu'aucun autre la sécheresse et la dureté des corps; 5° la cassure vitreuse, spathique, terreuse ou grenue, qui présente à nos yeux la texture intérieure de chaque substance; 6° enfin les couleurs qui démontrent la présence des parties métalliques dont les différentes matières sont imprégnées. Avec ces six caractères, nous tâcherons de nous passer de la plupart de ceux que les chimistes ont employés; ils ne serviroient ici qu'à confondre les productions de la nature avec celles d'un art qui quelquefois, au lieu de l'analyser, ne fait que la défigurer. Le feu n'est pas un simple instrument dont l'action soit bornée à diviser ou à dissoudre les matières; le feu est lui-même une matière qui s'unit aux autres, et qui en sépare et enlève les parties les moins fixes; en sorte qu'après le travail de cet élément les caractères naturels de la plupart des substances sont ou détruits ou changés, et que sou-

vent même l'essence de ces substances en est entièrement altérée.

Le naturaliste, en traitant des minéraux, doit donc se borner aux objets que lui présente la nature, et renvoyer aux artistes tout ce que l'art a produit : par exemple, il décrira les sels qui se trouvent dans le sein de la terre, et ne parlera des sels formés dans nos laboratoires que comme d'objets accessoires et presque étrangers à son sujet; il traitera de même des terres argileuses, calcaires, gypseuses, et végétales, et non des terres qu'on doit regarder comme artificielles, telles que la terre alumineuse, la terre sedlitienne, et nombre d'autres qui ne sont que les produits de nos combinaisons; car, quoique la nature ait pu former en certaines circonstances tout ce que nos arts semblent avoir créé, puisque toutes les substances, et même les éléments, sont convertibles par ses seules puissances, et que, pourvue de tous les principes, elle ait pu faire tous les mélanges, nous devons d'abord nous borner à la saisir par les objets qu'elle nous présente, et nous en tenir à les exposer tels qu'ils sont, sans vouloir la surcharger de toutes les petites combinaisons secondaires que l'on doit renvoyer à l'histoire de nos arts.

DU JASPE.

Le jaspe n'est qu'un quartz plus ou moins pénétré de parties métalliques; elles lui donnent les couleurs et rendent sa cassure moins nette que celle du quartz; il est aussi plus opaque : mais comme, à la couleur près, le jaspe n'est composé que d'une seule substance, nous croyons qu'on peut le regarder comme une sorte de quartz, dans lequel il n'est entré d'autres mélanges que des vapeurs métalliques; car du reste le jaspe, comme le quartz, résiste à l'action du feu et à celle des acides; il étincelle de même avec l'acier; et s'il est un peu moins dur que le quartz, on peut encore attribuer cette différence à la grande quantité de ces mêmes parties métalliques dont il est imprégné. Le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, doivent être regardés comme les seuls verres primitifs; toutes les autres matières vitreuses en grandes masses, telles que les porphyres, les granites, et les grès, ne sont que des mélanges ou des débris de ces mêmes verres, qui ont pu, en se combinant deux à deux, former dix matières différentes[1], et, combinées trois à trois, ont de même pu former encore dix autres matières[2], et enfin combinées quatre à quatre,

1. 1° Quartz et jaspe; 2° quartz et mica; 3° quartz et feld-spath; 4° quartz et schorl; 5° jaspe et mica; 6° jaspe et feld-spath; 7° jaspe et schorl; 8° mica et feld-spath; 9° mica et schorl; 10° feld-spath et schorl.

2. 1° Quartz, jaspe, et mica; 2° quartz, jaspe, et feld-spath;

ou mêlées toutes cinq ensemble, ont encore pu former cinq matières différentes [1].

Quoique tous les jaspes aient la cassure moins brillante que celle du quartz, ils reçoivent néanmoins également le poli dans tous les sens : leur tissu très serré a retenu les atomes métalliques dont ils sont colorés; et les métaux ne se trouvant en grande quantité qu'en quelques endroits du globe, il n'est pas surprenant qu'il y ait dans la nature beaucoup moins de jaspes que de quartz; car il falloit, pour former les jaspes, cette circonstance de plus, c'est-à-dire un grand nombre d'exhalaisons métalliques, qui ne pouvoient être sublimées que dans les lieux abondants en métal. L'on peut donc présumer que c'est par cette raison qu'il y a beaucoup moins de jaspes que de quartz, et qu'ils sont en masses moins étendues.

Mais de la même manière que nous avons distingué deux états dans le quartz, l'un, très ancien, produit par le feu primitif, et l'autre, plus nouveau, occasioné par la stillation des eaux, de même nous distinguerons deux états dans le jaspe : le premier, où, comme le quartz, il a été formé en grandes masses [2] dans le temps de la vitrification générale; et le second,

3° quartz, jaspe, et schorl; 4° quartz, mica, et feld-spath; 5° quartz, mica, et schorl; 6° quartz, feld-spath, et schorl; 7° jaspe, mica, et feld-spath; 8° jaspe, mica, et schorl; 9° jaspe, feld-spath, et schorl; 10° mica, feld-spath, et schorl.

1. 1° Quartz, jaspe, mica, et feld-spath; 2° quartz, jaspe, mica, et schorl; 3° quartz, jaspe, feld-spath, et schorl; 4° jaspe, mica, feld-spath, et schorl; 5° enfin quartz, jaspe, mica, feld-spath, et schorl : en tout vingt-cinq combinaisons ou matières différentes.

2. M. Ferber a vu (à Florence, dans le cabinet de M. Targioni Tozzetti) du jaspe rouge sanguin, veiné de blanc, provenant de Barga,

où la stillation des eaux a produit de nouveaux jaspes aux dépens des premiers ; et ces nouveaux jaspes étant des extraits du jaspe primitif, comme le cristal de roche est un extrait du quartz, ils sont, pour la plupart, encore plus purs et d'un grain plus fin que celui dont ils tirent leur origine. Mais nous devons renvoyer à des articles particuliers l'examen des cristaux de roche et des autres pierres vitreuses, opaques, ou transparentes, que nous ne regardons que comme des stalactites du quartz, du jaspe, et des autres matières primitives [1] ; ces substances secondaires, quoique de même nature que les premières, n'ayant été produites que par l'intermède de l'eau, ne doivent être considérées qu'après avoir examiné les matières dont elles tirent leur origine, et qui ont été formées par le feu primitif. Je ne vois donc dans toute la nature que le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, qu'on puisse regarder comme des matières simples, et aux-

dans les Apennins de la Toscane, où des couches considérables, et même des montagnes entières, sont, dit-il, formées de jaspe.

Les murs de la *capella di Santo-Lorenzo* à Florence sont revêtus de très belles et grandes plaques de ce jaspe, qui prend très bien le poli.

Un peu au dessous du château de *Montieri,* dans le pays de Sienne, est la *montagna di Montieri,* formée de schiste micacé ; on y trouve d'anciennes minières d'argent, de cuivre et de plomb, et une grande couche, au moins de trois toises d'épaisseur, d'un gros jaspe rouge, qui s'étend jusqu'au *castello di Gerfalco :* mais, ce lit étant composé de plusieurs petites couches minces qui ont beaucoup de fentes, on ne peut s'en servir. (*Lettres sur la minéralogie,* etc., page 109.)

1. Le jaspe rouge dans lequel M. Ferber dit avoir vu des coquilles pétrifiées est certainement un de ces jaspes de seconde formation. Il s'explique lui-même de manière à n'en laisser aucun doute. Ce jaspe produit dans des couches calcaires est une stillation vitreuse, comme le silex avec lequel il se trouve.

quelles on peut ajouter encore le grès pur, qui n'est qu'une agrégation de grains quartzeux, et le talc, qui de même n'est composé que de paillettes micacées. Nous séparons donc de ces verres primitifs tous leurs produits secondaires, tels que les cailloux, agates, cornalines, sardoines, jaspes-agatés, et autres pierres opaques ou demi-transparentes, ainsi que les cristaux de roche et les pierres précieuses, parce qu'elles doivent être mises dans la classe des substances de dernière formation.

Le jaspe primitif a été produit par le feu presque en même temps que le quartz, et la nature montre elle-même en quelques endroits comment elle a formé le jaspe dans le quartz. « On voit dans les Vosges lorraines, dit un de nos plus habiles naturalistes[1], une montagne où le jaspe traverse et serpente entre les masses de quartz par larges veines sinueuses, qui représentent les soupiraux par lesquels s'exhaloient les sublimations métalliques : car toutes ces veines sont diversement colorées; et partout où elles commencent à prendre des couleurs, la pâte quartzeuse s'adoucit et semble se fondre en jaspe, en sorte qu'on peut avoir dans le même échantillon, et la matière quartzeuse, et le filon jaspé. Ces veines de jaspe sont de différentes dimensions; les unes sont larges de plusieurs pieds, et les autres seulement de quelques pouces : et partout où la veine n'est pas pleine, mais laisse quelques bouillons ou interstices vides, on voit de belles cristallisations, dont plusieurs sont colorées. On peut contempler en grand ces effets de la nature

1. M. l'abbé Bexon, grand-chantre de la Sainte-Chapelle de Paris.

dans cette belle montagne : elle est coupée à pic par différents groupes, sur trois et quatre cents pieds de hauteur; et sur ses flancs, couverts d'énormes quartiers rompus et entassés comme de vastes ruines, s'élèvent encore d'énormes pyramides de ce même rocher, tranché et mis à pic du côté du vallon. Cette montagne, la dernière des Vosges lorraines, sur les confins de la Franche-Comté, à l'entrée du canton nommé *le Val-d'Ajol*[1], fermoit en effet un vallon très profond, dont les eaux, par un effort terrible, ont rompu la barrière de roche, et se sont ouvert un passage au milieu de la masse de la montagne, dont les hautes ruines sont suspendues de chaque côté. Au fond coule un torrent, dont le bruit accroît l'émotion qu'inspirent l'aspect menaçant et la sauvage beauté de cet antique temple de la nature, l'un des lieux du monde peut-être où l'on peut voir une des plus grandes coupes d'une montagne vitreuse, et contempler plus en grand le travail de la nature dans ces masses primitives du globe. »

On trouve en Provence, comme en Lorraine, de grandes masses de jaspe, particulièrement dans la forêt de l'Esterelle; il s'en trouve encore plus abondamment en Allemagne, en Bohème, en Saxe, et notamment à Freyberg. J'en ai vu des tables de trois pieds de longueur, et l'on m'a assuré qu'on en avoit tiré des morceaux de huit à neuf pieds dans une carrière de l'archevêché de Saltzbourg.

1. Les gens du pays nomment la montagne *Chanaroux*, et sa vallée *les Vargottes* : elle est située à deux lieues, au midi, de la ville de Remiremont, et une lieue, à l'orient, du bourg de Plombières, fameux par ses eaux minérales chaudes.

Il y a aussi des jaspes en Italie[1], en Pologne, aux environs de Varsovie et de Grodno, et dans plusieurs autres contrées de l'Europe. On en retrouve en Sibérie; il y a même près d'Argun une montagne entière de jaspe vert : enfin on a reconnu des jaspes jusqu'en Groenland. Quelques voyageurs m'ont dit qu'il y en a des montagnes entières dans la haute Égypte, à quelques lieues de distance de la rive orientale du Nil. Il s'en trouve dans plusieurs endroits des Grandes-Indes, ainsi qu'à la Chine et dans d'autres provinces de l'Asie; on en a vu de même en assez grande quantité et de plusieurs couleurs différentes dans les hautes montagnes de l'Amérique.

Plusieurs jaspes sont d'une seule couleur, verte, rouge, jaune, grise, brune, noire, et même blanche, et d'autres sont mélangés de ces diverses couleurs; on les nomme *jaspes tachés, jaspes veinés, jaspes fleu-*

1. On trouve dans les églises, dans les palais, et les cabinets d'antiquités de Rome et d'autres villes d'Italie :

1° Le *diaspro sanguigno* ou *eliotropio,* qui est oriental; il est vert, avec de petites taches couleur de sang;

2° *Diaspro rosso:* on tire la majeure partie de ce jaspe de la Sicile et de Barga en Toscane; il y en a très peu qui soit antique;

3° *Diaspro giallo;* il est brun-jaunâtre, avec de petites veines ondulées vertes et blanches;

4° *Diaspro fiorito reticellato;* il est très beau; le fond est blanc, transparent, agatisé, avec des taches brunes foncées, plus ou moins grandes, irrégulières, et des raies ou rubans de la même couleur : les taches sont entourées d'une ligne blanche opaque, couleur de lait, et quelquefois jaune. On voit, dans la belle maison de campagne de *Mondragone* et autre part, de très belles tables composées de plusieurs petits morceaux réunis de cette espèce de pierre; elle est antique et très rare. On a aussi du *diaspro fiorito* de Sicile, d'Espagne, et de Constantinople, qui ressemble au *diaspro fiorito reticellato.* (*Lettres sur la minéralogie,* par M. Ferber, pages 335 et 336.)

ris, etc. Les jaspes verts et les rouges sont les plus communs; le plus rare est le jaspe sanguin, qui est d'un beau vert foncé, avec de petites taches d'un rouge vif et semblables à des gouttes de sang, et c'est de tous les jaspes celui qui reçoit le plus beau poli. Le jaspe d'un beau rouge est aussi fort rare; et il y en a de seconde formation, puisqu'un morceau de ce jaspe rouge, cité par M. Ferber, contenoit des impressions de coquilles. Tous les jaspes qui ne sont pas purs et simples, et qui sont mélangés de matières étrangères, sont aussi de seconde formation, et l'on ne doit pas les confondre avec ceux qui ont été produits par le feu primitif, lesquels sont d'une substance uniforme, et ne sont ordinairement que d'une seule couleur dans toute l'épaisseur de leur masse.

Le jade, que plusieurs naturalistes ont regardé comme un jaspe, me paroît approcher beaucoup plus de la nature du quartz[1]; il est aussi dur, il étincelle de même par le choc de l'acier; il résiste également aux acides, à la lime, et à l'action du feu; il a aussi un peu de transparence; il est doux au toucher, et ne prend jamais qu'un poli gras[2]. Tous ces caractères conviennent mieux au quartz qu'au jaspe, d'autant plus que tous les jades des Grandes-Indes et de la

1. M. de Saussure dit avoir remarqué, dans certains granites, que « le quartz y semble changer de nature, devenir plus dense et plus compacte, et prendre, par gradation, les caractères du jade. » (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 104.)

2. L'*igiada* des minéralogistes italiens paroît être une espèce de jade; mais, si cela est, M. Ferber a tort de regarder l'*igiada* comme un produit de la pierre ollaire verte : il y auroit bien plus de raison de regarder la pierre ollaire comme une décomposition de la substance du jade en pâte argileuse.

Chine sont blancs ou blanchâtres comme le quartz, et que de ces jades blancs au jade vert on trouve toutes les nuances du blanc au verdâtre et au vert. On a donné à ce jade vert le nom de *pierre des Amazones*, parce qu'on le trouve en grande quantité dans ce fleuve, qui descend des hautes montagnes du Pérou, et entraîne ces morceaux de jade avec les débris du quartz et des granites qui forment la masse de ces montagnes primitives.

DU MICA ET DU TALC.

Le mica est une matière dont la substance est presque aussi simple que celle du quartz et du jaspe, et tous trois sont de la même essence. La formation du mica est contemporaine à celle de ces deux premiers verres; il ne se trouve pas, comme eux, en grandes masses solides et dures, mais presque toujours en paillettes et en petites lames minces et disséminées dans plusieurs matières vitreuses : ces paillettes de mica ont ensuite formé les talcs, qui sont de la même nature, mais qui se présentent en lames beaucoup plus étendues. Ordinairement les matières en petit volume proviennent de celles qui sont en grandes masses : ici, c'est le contraire; le talc en grand volume ne se forme que des parcelles du mica qui a existé le premier, et dont les particules étant réunies par l'intermède de l'eau, ont formé le talc, comme le sable quartzeux s'est réuni par le même moyen pour former le grès.

Ces petites parcelles de mica n'affectent que rarement une forme de cristallisation; et comme le talc réduit en petites particules devient assez semblable au mica, on les a souvent confondus, et il est vrai que les talcs et les micas ont à peu près les mêmes qualités intrinsèques : néanmoins ils diffèrent en ce que les talcs sont plus doux au toucher que les micas, et qu'ils se trouvent en grandes lames, et quelquefois en couches d'une certaine étendue, au lieu que les micas sont toujours réduits en parcelles, qui, quoique très minces, sont un peu rudes ou arides au toucher. On pourroit donc dire qu'il y a deux sortes de micas, l'un produit immédiatement par le feu primitif, l'autre d'une formation bien postérieure, et provenant des débris mêmes du talc, dont il a les propriétés. Mais tout le talc paroît avoir commencé par être mica; cette douceur au toucher, qui fait la qualité spécifique et la différence du talc au mica, ne vient que de la plus grande atténuation de ses parties par la longue impression des éléments humides. Le mica est donc un verre primitif en petites lames et paillettes très minces, lesquelles, d'une part, ont été sublimées par le feu ou déposées dans certaines matières, telles que les granites au moment de leur consolidation, et qui, d'autre part, ont ensuite été entraînées par les eaux, et mêlées avec les matières molles, telles que les argiles, les ardoises, et les schistes.

Nous avons dit ailleurs que le verre long-temps exposé à l'air s'irise et s'exfolie par petites lames minces, et qu'en se décomposant il produit une sorte de mica, qui d'abord est assez aigre, et devient ensuite

doux au toucher, et enfin se convertit en argile. Tous les verres primitifs ont dû subir ces mêmes altérations lorsqu'ils ont été très long-temps exposés aux éléments humides, et il en résulte des substances nouvelles dont quelques unes ont conservé les caractères de leur première origine : les micas en particulier, lorsqu'ils ont été entraînés par les eaux, ont formé des amas et même des masses en se réunissant ; ils ont produit les talcs quand ils se sont trouvés sans mélange, ou bien ils se sont réunis pour faire corps avec des matières qui leur sont analogues ; ils ont alors formé des masses plus ou moins tendres. Le crayon noir, ou molybdène, la craie de Briançon, la craie d'Espagne, les pierres ollaires, les stéatites, sont tous composés de particules micacées qui ont pris de la solidité ; et l'on trouve aussi des micas en masses pulvérulentes, et dans lesquelles les paillettes micacées ne sont point agglutinées et ne forment pas des blocs solides. « Il y a, dit M. l'abbé Bexon, des amas assez considérables de cette sorte de mica au dessous de la haute chaîne des Vosges, dans des montagnes subalternes, toutes composées de débris éboulés des grandes montagnes de granite qui sont derrière et au dessus. Ces amas de mica en paillettes ne forment que des veines courtes et sans suite ou des blocs isolés ; le mica y est en parcelles sèches et de différentes couleurs, souvent aussi brillantes que l'or et l'argent, et on le distribue dans le pays sous le nom de *poudre dorée*, pour servir de poussière à mettre sur l'écriture.

« J'ai saisi, continue cet ingénieux observateur, la nuance du mica au talc sur des morceaux d'un gra-

nite de seconde formation, remplis de paquets de petites feuilles talqueuses empilées comme celles d'un livre, et l'on peut dire que ces feuilles sont de *grand mica* ou de *petit talc;* car elles ont depuis un demi-pouce jusqu'à un pouce ou plus de diamètre, et elles ont en même temps une partie de la douceur, de la transparence, et de la flexibilité du talc [1]. »

De tous les talcs le blanc est le plus beau ; on l'appelle *verre fossile* en Moscovie et en Sibérie, où il se trouve en assez grand volume : il se divise aisément en lames minces et aussi transparentes que le verre ; mais il se ternit à l'air au bout de quelques années, et perd beaucoup de sa transparence. On en peut faire un bon usage pour les petites fenêtres des vaisseaux, parce qu'étant plus souple et moins fragile que le verre il résiste mieux à toute commotion brusque, et en particulier à celle du canon.

Il y a des talcs verdâtres, jaunes, et même noirs ; et ces différentes couleurs, qui altèrent leur transparence, n'en changent pas les autres qualités. Ces talcs colorés sont à peu près également doux au toucher, souples et pliants sous la main, et ils résistent, comme le talc blanc, à l'action des acides et du feu.

Ce n'est pas seulement en Sibérie et en Moscovie que l'on trouve des veines ou des masses de talc ; il y en a dans plusieurs autres contrées, à Madagascar, en Arabie, en Perse, où néanmoins il n'est pas en feuillets aussi minces que celui de Sibérie. M. Cook parle aussi d'un talc vert qu'il a vu dans le Nouvelle-Zélande, dont les habitants font commerce entre eux :

1. Mémoires sur l'histoire naturelle de la Lorraine, communiqués par M. l'abbé Bexon.

il s'en trouve de même dans plusieurs endroits du continent et des îles de l'Amérique, comme à Saint-Domingue, en Virginie, et au Pérou. où il est d'une grande blancheur et très transparent. Mais, en citant les relations de ces voyageurs, je dois observer que quelques uns d'entre eux pourroient s'être trompés en prenant pour du talc des gypses avec lesquels il est aisé de le confondre ; car il y a des gypses si ressemblants au talc qu'on ne peut guère les distinguer qu'à l'épreuve du feu de calcination. Ces gypses sont aussi doux au toucher, aussi transparents que le talc : j'en ai vu moi-même dans de vieux vitraux d'église qui n'avoient pas encore perdu toute leur transparence ; et même il paroît que le gypse résiste, à cet égard, plus long-temps que le talc aux impressions de l'air.

Il paroît aussi assez difficile de distinguer le talc de certains spaths autrement que par la cassure ; car le talc, quoique composé de lames brillantes et minces, n'a pas la cassure spathique et chatoyante comme les spaths, et il ne se rompt jamais qu'obliquement et sans direction déterminée.

La matière qu'on appelle *talc de Venise*, et fort improprement *craie d'Espagne*, *craie de Briançon*, est différente du talc de Moscovie ; elle n'est pas comme ce talc en grandes feuilles minces, mais seulement en petites lames ; et elle est encore plus douce au toucher et plus propre à faire le blanc de fard qu'on applique sur la peau.

On trouve aussi du talc en Scanie, qui n'a que peu de transparence. En Norwège, il y en a de deux espèces : la première, blanchâtre ou verdâtre, dans le diocèse de Christiana ; et la seconde, brune ou noi-

râtre, dans les mines d'Aruda [1]. « En Suisse le talc est fort commun, dit M. Guettard, dans le canton d'Uri; les montagnes en donnent qui se lève en feuilles flexibles que l'on peut plier, et qui ressemble en tout à celui qu'on appelle communément *verre de Moscovie.* » On tire aussi du talc de la Hongrie, de la Bohème, de la Silésie, du Tyrol, du comté de Holberg, de la Styrie, du mont Bructer, de la Suède, de l'Angleterre, de l'Espagne, etc.

Nous avons cru devoir citer tous les lieux où l'on a découvert du talc en masse, par la raison que, quoique les micas soient répandus, et pour ainsi dire disséminés dans la plupart des substances vitreuses, ils ne forment que rarement des couches de talc pur qu'on puisse diviser en grandes feuilles minces.

En résumant ce que j'ai ci-devant exposé, il me paroît que le mica est certainement un verre, mais qui diffère des autres verres primitifs, en ce qu'il n'a pas pris, comme eux, de la solidité; ce qui indique qu'il étoit exposé à l'action de l'air, et que c'est par cette raison qu'il n'a pu se recuire assez pour devenir solide : il formoit donc la couche extérieure du globe vitrifié; les autres verres se sont recuits sous cette enveloppe et ont pris toute leur consistance : les micas, au contraire, n'en ayant point acquis par la fu-

1. *Actes de Copenhague,* année 1677. M. Pott fait à ce sujet une remarque qui me paroît fondée; il dit que Borrichius confond ici le talc avec la pierre ollaire, et il ajoute que Broémel est tombé dans la même erreur, en parlant de la pierre ollaire dont on fait des pots et plusieurs sortes d'autres vases dans le Semptland; en effet la pierre ollaire, comme la molybdène, quoique contenant beaucoup de talc, doivent être distinguées et séparées des talcs purs. Voyez les *Mémoires de l'Académie de Berlin,* année 1746, pages 65 et suiv.

sion, faute de recuit, sont demeurés friables, et bientôt ont été réduits en particules et en paillettes; c'est là l'origine de ce verre qui diffère du quartz et du jaspe en ce qu'il est un peu moins réfractaire à l'action du feu, et qui diffère en même temps du feld-spath et du schorl en ce qu'il est beaucoup moins fusible et qu'il ne se convertit qu'en une espèce de scorie de couleur obscure, tandis que le feld-spath et le schorl donnent un verre compacte et communément blanchâtre.

Tous les micas blancs ou colorés sont également aigres et arides au toucher : mais lorsqu'ils ont été atténués et ramollis par l'impression des éléments humides, ils sont devenus plus doux et ont pris la qualité du talc; ensuite les particules talqueuses rassemblées en certains endroits par l'infiltration ou le dépôt des eaux se sont réunies par leur affinité, et ont formé les petites couches horizontales ou inclinées dans lesquelles se trouvent les talcs plus ou moins purs et en plaques plus ou moins étendues.

Cette origine du mica et cette composition du talc me paroissent très naturelles; mais, comme tous les micas ne se présentent qu'en petites lames minces, rarement cristallisées, on pourroit croire que toutes ces paillettes ne sont que des exfoliations détachées par les éléments humides, et enlevées de la surface de tous les verres primitifs en général. Cet effet est certainement arrivé; et l'on ne peut pas douter que les parcelles exfoliées des jaspes, du feld-spath, et du schorl, ne se soient incorporées avec plusieurs matières, soit par sublimation dans le feu primitif, soit par la stillation des eaux : mais il n'en faut pas

conclure que les exfoliations de ces trois derniers verres aient formé les vrais micas ; car si c'étoit là leur véritable origine, ces micas auroient conservé, du moins en partie, la nature de ces verres dont ils se seroient détachés par exfoliation, et l'on trouveroit des micas d'essence différente, les uns de celle du jaspe, les autres de celle du feld-spath ou du schorl ; au lieu qu'ils sont tous à peu près de la même nature et d'une essence qui paroît leur être propre et particulière. Nous sommes donc bien fondés à regarder le mica comme un troisième verre de nature, produit par le feu primitif, et qui, s'étant trouvé à la surface du globe, n'a pu se recuire ni prendre de la solidité comme le quartz et le jaspe.

DU FELD-SPATH.

Le feld-spath est une matière vitreuse, et dont néanmoins la cassure est spathique ; il n'est nulle part en grandes masses comme le quartz et le jaspe, et on ne le trouve qu'en petits cristaux incorporés dans les granites et les porphyres, ou quelquefois en petits morceaux isolés dans les argiles les plus pures ou dans les sables qui proviennent de la décomposition des porphyres et des granites : car ce spath est une des substances constituantes de ces deux matières ; on l'y voit en petites masses ordinairement cristallisées et colorées. C'est le quatrième de nos verres primitifs : mais comme il semble ne pas exister à part,

les anciens naturalistes ne l'ont ni distingué ni désigné par aucun nom particulier; et comme il est presque aussi dur que le quartz, et qu'ils se trouvent presque toujours mêlés ensemble, on les avoit toujours confondus : mais les chimistes allemands ayant examiné ces deux matières de plus près, ont reconnu que celle du feld-spath étoit différente de celle du quartz, en ce qu'elle est très aisément fusible, et qu'elle a la cassure spathique; ils lui ont donné les noms de *feld-spath* (spath des champs)[1], *fluss-spath* (spath fusible)[2]; et on pourroit l'appeler plus proprement *spath dur* ou *spath étincelant*, parce qu'il est le seul des spaths qui soit assez dur pour étinceler sous le choc de l'acier[3].

Comme nous devons juger de la pureté ou plutôt de la simplicité des substances par la plus grande résistance qu'elles opposent à l'action du feu avant de

1. Sans doute parce que c'est dans les cailloux graniteux répandus dans les champs qu'on l'a remarqué d'abord.

2. Ce nom devroit être réservé pour le véritable spath fusible ou spath phosphorique, qui accompagne les filons des mines, et dont il sera parlé à l'article des matières vitreuses de seconde formation.

3. Caractères du feld-spath suivant M. Bergman :

Il étincelle avec l'acier.

Il se fond au feu sans bouillonnement.

Il ne se dissout qu'imparfaitement dans l'alcali minéral par la voie sèche, mais il fait effervescence avec cet alcali comme le quartz; il se dissout au feu dans le verre de borax sans effervescence, avec bien plus de facilité que le quartz.

Nous ajouterons à ces caractères donnés par M. Bergman que le feld-spath est presque toujours cristallisé en rhombes, et composé de lames brillantes appliquées les unes contre les autres; que, de plus, sa cassure est spathique, c'est-à-dire par lames longitudinales et chatoyantes.

se réduire en verre, la substance du feld-spath est moins simple que celle du quartz et du jaspe, que nous ne pouvons fondre par aucun moyen; elle est même moins simple que celle du mica, qui se fond à un feu très violent : car le feld-spath est non seulement fusible par lui-même et sans addition au feu ordinaire de nos fourneaux, mais même il communique la flexibilité au quartz, au jaspe, et au mica, avec lesquels il est intimement lié dans les granites et les porphyres.

Le feld-spath est quelquefois opaque comme le quartz; mais plus souvent il est presque transparent : les diverses teintes de violet ou de rouge dont ses petites masses en cristaux sont souvent colorées indiquent une grande proximité entre l'époque de sa formation et le temps où les sublimations métalliques pénétroient les jaspes et les teignoient de leurs couleurs; cependant les jaspes, quoique plus fortement colorés, résistent à un feu bien supérieur à celui qui met le feld-spath en fusion : ainsi sa fusibilité n'est pas due aux parties métalliques qui ne l'ont que légèrement coloré, mais au mélange de quelque autre substance. En effet, dans le temps où la matière quartzeuse du globe étoit encore en demi-fusion, les substances salines, jusqu'alors reléguées dans l'atmosphère avec les matières encore plus volatiles, ont dû tomber les premières; et en se mélangeant avec cette pâte quartzeuse elles ont formé le feld-spath et le schorl, tous deux fusibles, parce que tous deux ne sont pas des substances simples, et qu'ils ont reçu dans leur composition cette matière étrangère.

Et l'on ne doit pas confondre le feld-spath avec les

autres spaths, auxquels il ne ressemble que par sa cassure *lamellée*, tandis que, par toutes ses autres propriétés, il en est essentiellement différent; car c'est un vrai verre qui se fond au même degré de feu que nos verres factices : sa forme cristallisée ne doit pas nous empêcher de le regarder comme un véritable verre produit par le feu, puisque la cristallisation peut également s'opérer par le moyen du feu comme par celui de l'eau, et que, dans toute matière liquide ou liquéfiée, nous verrons qu'il ne faut que du temps, de l'espace, et du repos, pour qu'elle se cristallise. Ainsi la cristallisation du feld-spath a pu s'opérer par le feu : mais quelque similitude qu'il y ait entre ces cristallisations produites par le feu et celles qui se forment par le moyen de l'eau, la différence des deux causes n'en reste pas moins réelle; elle est même frappante dans la comparaison que l'on peut faire de la cristallisation du feld-spath et de celle du cristal de roche : car il est évident que la cristallisation de celui-ci s'opère par le moyen de l'eau, puisque nous voyons le cristal se former, pour ainsi dire, sous nos yeux, et que la plupart des cailloux creux en contiennent des aiguilles naissantes; au lieu que le feld-spath, quoique cristallisé dans la masse des porphyres et des granites, ne se forme pas de nouveau ni de même sous nos yeux, et paroît être aussi ancien que ces matières dont il fait partie, quelquefois si considérable qu'elle excède dans certains granites la quantité du quartz, et dans certains porphyres celle du jaspe, qui cependant sont les bases de ces deux matières.

C'est par cette même raison de sa grande quantité qu'on ne peut guère regarder le feld-spath comme un

extrait ou une exsudation du quartz ou du jaspe, mais comme une substance concomitante aussi ancienne que ces deux premiers verres. D'ailleurs on ne peut pas nier que le feld-spath n'ait une très grande affinité avec les trois autres matières primitives; car, saisi par le jaspe, il a fait les porphyres; mêlé avec le quartz, il a formé certaines roches dont nous parlerons sous le nom de *pierres de Laponie;* et joint au quartz, au schorl, et au mica, il a composé les granites : au lieu qu'on ne le trouve jamais intimement mêlé dans les grès ni dans aucune autre matière de seconde formation; il n'y existe qu'en petits débris, comme on le voit dans la belle argile blanche de Limoges. Le feld-spath a donc été produit avant ces dernières matières, et semble s'être incorporé avec le jaspe et mêlé avec le quartz dans un temps voisin de leur fusion, puisqu'il se trouve généralement dans toute l'épaisseur des grandes masses vitreuses qui ont ces matières pour base, et dont la fonte ne peut être attribuée qu'au feu primitif, et que, d'autre part, il ne contracte aucune union avec toutes les substances formées par l'intermède de l'eau : car on ne le trouve pas cristallisé dans les grès; et s'il y est quelquefois mêlé, ce n'est qu'en petits fragments : le grès pur n'en contient point du tout; et la preuve en est que ce grès est aussi infusible que le quartz, et qu'il seroit fusible si sa substance étoit mêlée de feld-spath. Il en est de même de l'argile blanche de Limoges, qui est tout aussi réfractaire au feu que le quartz ou le grès pur, et qui, par conséquent, n'est pas composée de détriments de feld-spath, quoiqu'on y trouve de petits morceaux isolés de ce spath qui ne s'est pas réduit

en poudre comme le quartz dont cette argile paroît être une décomposition.

Le grès pur n'étant formé que de grains de quartz agglutinés, tous deux ne sont qu'une seule et même substance; et ceci semble prouver encore que le feld-spath n'a pu s'unir avec le quartz et le jaspe que dans un état de liquéfaction par le feu, et que, quand il est décomposé par l'eau, il ne conserve aucune affinité avec le quartz, et qu'il ne reprend pas dans cet élément la propriété qu'il eut dans le feu de se cristalliser, puisque nulle part dans le grès on ne trouve ce spath sous une forme distincte ni cristallisée de nouveau, quoiqu'on ne puisse néanmoins douter que les grès feuilletés et micacés, qui sont formés des sables graniteux, ne contiennent aussi les détriments du feld-spath en quantité peut-être égale à ceux du quartz.

Et puisque ce spath ne se trouve qu'en très petit volume et toujours mêlé par petites masses et comme par doses dans les porphyres et granites, il paroît n'avoir coulé dans ces matières, et ne s'être uni à leur substance que comme un alliage additionnel auquel il ne falloit qu'un moindre degré de feu pour demeurer en fusion; et l'on ne doit pas être surpris que, dans la vitrification générale, le feld-spath et le schorl, qui se sont formés les derniers, et qui ont reçu dans leur composition les parties hétérogènes qui tomboient de l'atmosphère, n'aient pris en même temps beaucoup plus de fusibilité que les trois autres premiers verres, dont la substance n'a été que peu ou point mélangée : d'ailleurs ces deux derniers verres sont demeurés plus long-temps liquides que les autres,

parce qu'il ne leur falloit qu'un moindre degré de feu pour les tenir; ils ont donc pu s'allier avec les fragments décrépités et les exfoliations du quartz et du jaspe, qui déjà étoient à demi consolidés.

Au reste, le feld-spath, qui n'a été bien connu en Europe que dans ces derniers temps, entroit néanmoins dans la compensation des anciennes porcelaines de la Chine, sous le nom de *pétun-sé;* et aujourd'hui nous l'employons de même pour nos porcelaines, et pour faire les émaux blancs des plus belles faïences.

Dans les porphyres et les granites, le feld-spath est cristallisé tantôt régulièrement en rhombes et quelquefois confusément et sans figure déterminée. Nous n'en connoissons que de deux couleurs, l'un blanc ou blanchâtre, et l'autre rouge ou rouge violet; mais on a découvert depuis peu un feld-spath vert, qui se trouve, dit-on, dans l'Amérique septentrionale, et auquel on a donné le nom de *pierre de Labrador :* cette pierre, dont on n'a vu que de petits échantillons, est chatoyante, et composée, comme le feld-spath, de cristaux en rhombes; elle a de même la cassure spathique; elle se fond aussi aisément et se convertit, comme le feld-spath, en un verre blanc. Ainsi on ne peut douter que cette pierre ne soit de la même nature que ce spath, quoique sa couleur soit différente : cette couleur est d'un assez beau vert, et quelquefois d'un vert bleuâtre et toujours à reflets chatoyants. La grande dureté de cette pierre la rend susceptible d'un très beau poli, et il seroit à désirer qu'on pût l'employer comme le jaspe : mais il y a toute apparence qu'on ne la trouvera pas en grandes masses, puisqu'elle est de la même nature que le

feld-spath, qui ne s'est trouvé nulle part en assez grand volume pour en faire des vases ou des plaques de quelques pouces d'étendue.

DU SCHORL.

Le schorl est le dernier de nos cinq verres primitifs; et comme il a plusieurs caractères communs avec le feld-spath, nous verrons, en les comparant ensemble par leurs ressemblances et par leurs différences, que tous deux ont une origine commune, et qu'ils se sont formés en même temps et par les mêmes effets de nature lors de la vitrification générale.

Le schorl est un verre spathique, c'est-à-dire composé de lames longitudinales comme le feld-spath; il se présente de même en petites masses cristallisées, et ses cristaux sont des prismes surmontés de pyramides, au lieu que ceux du feld-spath sont en rhombes : ils sont tous deux également fusibles sans addition; seulement la fusion du feld-spath s'opère sans bouillonnement, au lieu que celle du schorl se fait en bouillonnant. Le schorl blanc donne, comme le feld-spath, un verre blanc, et le schorl brun ou noirâtre donne un verre noir : tous deux étincèlent sous le choc de l'acier; tous deux ne font aucune effervescence avec les acides. La base de tous les deux est également quartzeuse : mais il paroît que le quartz est encore plus mélangé de matières étrangères dans le schorl que dans le feld-spath; car ses couleurs sont

plus fortes et plus foncées, ses cristaux plus opaques, sa cassure moins nette, et sa substance moins homogène. Enfin tous deux entrent comme parties constituantes dans la composition de plusieurs matières vitreuses en grandes masses, et en particulier dans celle des porphyres et des granites.

Je sais que quelques naturalistes récents ont voulu regarder comme un schorl les grandes masses d'une matière qui se trouve en Limosin, et qu'ils ont indiquée sous les noms de *basalte antique* ou de *gabro :* mais cette matière, qui ne me paroît être qu'une sorte de *trapp*, est très différente du schorl primitif; elle ne se présente pas en petites masses cristallisées en prismes surmontés de pyramides, elle est au contraire en masses informes; et personne assurément ne pourra se persuader que les cristaux du schorl que nous voyons dans les porphyres et les granites soient de cette même matière de trapp ou de gabro, qui diffère du vrai schorl tant par l'origine que par la figuration, et par le temps de leur formation, puisque le schorl a été formé par le feu primitif, et que ce trapp ou ce gabro n'a été produit que par le feu des volcans.

Souvent les naturalistes, et plus souvent encore les chimistes, lorsqu'ils ont observé quelques rapports communs entre deux ou plusieurs substances, n'hésitent pas de les rapporter à la même dénomination : c'est là l'erreur majeure de tous les méthodistes; ils veulent traiter la nature par genres, même dans les minéraux, où il n'y a que des sortes et point d'espèces ; et ces sortes plus ou moins différentes entre elles ne peuvent par conséquent être indiquées par la

même dénomination : aussi les méthodes ont elles mis plus de confusion dans l'histoire de la nature que les observations n'y ont apporté de connoissances; un seul trait de ressemblance suffit souvent pour faire classer dans le même genre des matières dont l'origine, la formation, la texture, et même la substance, sont très différentes : et pour ne parler que du schorl, on verra avec surprise, chez ces *créateurs* de genres, que les uns ont mis ensemble le schorl, le basalte, le trapp, et la zéolite; que d'autres l'ont associé non seulement à toutes ces matières, mais encore aux grenats, aux amiantes, au jade, etc.; d'autres à la pierre d'azur, et même aux cailloux. Est-il nécessaire de peser ici sur l'obscurité et la confusion qui résultent de ces assemblages mal assortis, et néanmoins présentés avec confiance sous une dénomination commune, et comme choses de même genre?

C'est du schorl qui se trouve incorporé dans les porphyres et les granites qu'il est ici question; et certainement ce schorl n'est ni basalte, ni trapp, ni caillou, ni grenat, et il faut même le distinguer des tourmalines, des pierres de croix, et des autres schorls de seconde formation, qui ne doivent leur origine qu'à la stillation des eaux. Ces schorls secondaires sont différents du schorl primitif, et nous en traiterons, ainsi que de la pierre de corne et du trapp, dans des articles particuliers; mais le vrai, le premier schorl est, comme le feld-spath, un verre primitif qui fait partie constituante des plus anciennes matières vitreuses, et qui quelquefois se trouve dans les produits de leur décomposition, comme dans le cristal de roche, les chrysolithes, les grenats, etc.

Au reste, les rapports du feld-spath et du schorl sont même si prochains, si nombreux, qu'on pourroit en rigueur ne regarder le schorl que comme un feld-spath un peu moins pur et plus mélangé de matières étrangères, d'autant plus que tous deux sont entrés en même temps dans la composition des matières vitreuses dont nous allons parler.

DES ROCHES VITREUSES

DE DEUX ET TROIS SUBSTANCES,

ET EN PARTICULIER DU PORPHYRE.

Après avoir parlé du quartz, du jaspe, du mica, du feld-spath, et du schorl, qui sont les cinq substances les plus simples que la nature ait produites par le moyen du feu, nous allons suivre les combinaisons qu'elle en a faites en les mêlant deux, trois ou quatre, et même toutes cinq ensemble, pour composer d'autres matières par le même moyen du feu, dans les premiers temps de la consolidation du globe : ces cinq verres primitifs, en se combinant seulement deux à deux, ont pu former dix matières différentes, et de ces dix combinaisons il n'y en a que trois qui n'existent pas, ou du moins qui ne soient pas connues.

Les dix combinaisons de ces cinq verres primitifs pris deux à deux sont :

1° Le quartz et le jaspe. Cette matière se trouve dans les fentes perpendiculaires et dans les autres endroits où le jaspe est contigu au quartz; ils sont même quelquefois comme confondus ensemble dans leur jonction, et quelquefois aussi le quartz forme des veines dans le jaspe. J'ai vu une plaque de jaspe noir traversée d'une veine de quartz blanc.

2° Le quartz et le mica. Cette matière est fort commune, et se trouve par grandes masses, et même par montagnes : on pourroit l'appeler *quartz micacé*[1].

1. « La pierre, dit M. Ferber, que les Allemands appellent *schiste corné* ou *schiste de corne* est formée de quartz et de mica, et ce schiste de corne n'est pas la même chose que la pierre de corne; celle-ci est une espèce de silex, ou pierre à fusil. »

Nous ne pouvons nous dispenser d'observer que cet habile minéralogiste est ici tombé dans une double méprise. D'abord il n'y a aucun schiste qui soit formé de quartz et de mica; et il n'eût point dû appliquer à ce composé de quartz et de mica le nom de *schiste de corne,* puisqu'il dit que ce schiste de corne n'a rien de commun avec la pierre de corne, qui, selon lui, est un silex : ce qui est une seconde méprise; car la pierre de corne n'est point un silex, mais une pierre composée de schiste et de matière calcaire. Tout quartz mêlé de mica doit être appelé *quartz micacé,* tant que le mica n'a pas changé de nature; et lorsque, par sa décomposition, il s'est converti en argile ou en schiste, il faut nommer *quartz schisteux* ou *schiste quartzeux* la pierre composée des deux.

« Il y a dans le Piémont, continue M. Ferber, des montagnes calcaires et des montagnes quartzeuses; celles-ci ont des raies plus ou moins fortes de mica, et c'est de cette espèce de pierres que sont formées les montagnes voisines de Turin : on les nomme *sarris;* on s'en sert pour les fondations des bâtiments, pour des colonnes, etc. » (*Lettres sur la minéralogie,* par M. Ferber, page 456.)

Le même M. Ferber (page 344), en parlant d'un prétendu granite à deux substances, quartz et mica, s'exprime encore dans les termes

3° Le quartz et le feld-spath. Il y a des roches de cette matière en Provence et en Laponie, d'où M. de Maupertuis nous en a apporté un échantillon [1]. Quelques naturalistes ont appelé cette pierre *granite simple*, parce qu'elle ne contient que du quartz et du feld-spath, sans mélange de mica ni de schorl; et

suivants : « Quand il n'entre point du tout de spath dur (feld-spath) dans la composition des granites, on nomme alors ce mélange de quartz et de mica *hornberg, hornfels, gestellstein;* ce qui vient de l'usage qu'on en fait dans les fourneaux de fonderie. Lorsque le mica y est plus abondant, la pierre est schisteuse. »

Le nom de *gestellstein* (pierre de foudement, ou base des fourneaux) me paroît aussi impropre que celui de *schiste corné,* pour désigner la matière vitreuse qui n'est composée que de quartz et de mica, et non de schiste; et M. le baron de Dietrich remarque avec raison (pages 491 et 492 des *Lettres sur la minéralogie,* note du traducteur) « qu'il y a beaucoup de roches composées qui n'ont aucune dénomination; que d'autres, au contraire, en ont tant et de si indéterminées, que l'on ne s'entend point lorsqu'on se sert de ces noms; par exemple, le granite, la roche cornée, ce qu'on nomme en allemand *gestellstein,* sont des noms que l'on confond souvent, et que l'on applique mal. Chaque granite proprement dit doit renfermer du quartz, du spath dur (feld-spath), et du mica : mais on nomme aussi *granite* cette même espèce de pierre, quand il n'y a pas de feld-spath, tandis qu'alors elle doit être nommée *roche cornée* (en suédois, *graeberg*); car les parties essentielles de la roche cornée sont du quartz dans lequel il y a des taches ou des raies grossières de mica, séparées les unes des autres. Mais lorsque ces raies de mica sont très rapprochées, et que par là la roche devient schisteuse ou feuilletée, on la nomme en allemand *gestellstein,* d'après l'usage que l'on en fait pour les fourneaux..... On désigne aussi par *roche de corne* quelques cailloux (*petrosilex*)..... On ne devroit donner le nom de *schiste corné* qu'à l'espèce de pierre dans laquelle le quartz est intimement lié avec le mica, de manière qu'ils ne sauroient être distingués de l'un et l'autre à la vue. »

Le savant traducteur finit, comme l'on voit, à l'égard du prétendu schiste corné, par tomber dans la mauvaise application des noms qu'il censure.

1. Il s'en est trouvé aussi dans les Alpes.

c'est de cette même composition qu'est formée la roche de Provence, décrite par M. Angerstein[1] sous le nom mal appliqué de *petrosilex*.

1. « Dans la forêt de l'Esterelle en Provence, entre Cannes et Fréjus, il y a une montagne de roche grossière et grisâtre entremêlée de mica, de quartz, et de feld-spath, les mêmes espèces qui entrent dans la composition des granites, avec cette différence qu'elles sont plus mûres, plus fines, et plus compactes dans ceux-ci que dans l'autre..... Et plus loin on trouve une pierre rougeâtre appelée *petrosilex*, c'est-à-dire caillou de roche, qui est la mère des porphyres et des jaspes, de même que la pierre brute grise, dont je viens de parler, est la mère des granites. On trouve des petrosilex qui sont noirs, bruns, rougeâtres, verts, et bleuâtres.

» A mesure qu'on avance, cette pierre devient plus dure ; on y voit des taches opaques d'un petit feld-spath, semblables à celles qu'on voit dans le porphyre d'Égypte : on y aperçoit aussi de petites taches de plomb, lesquelles se trouvent aussi, quoique rarement, dans les porphyres antiques ; ces taches sont cristallisées comme les autres ; mais on juge par la couleur que c'est un minéral qu'on appelle *molybdena*, lequel, aussi bien que le schorl ou le *corneus cristallisatus*, peut être compté parmi les minéraux inconnus..... Vers le sommet de la montagne de l'Esterelle, ce même porphyre acquiert encore une autre sorte de taches qui, par leur transparence, ressemblent au verre, étant formées en cristaux spatheux, pyramydaux, et pointus aux deux bouts ; mais à mesure que les taches nouvelles s'accroissent, les autres disparoissent. Ce nouveau porphyre est plus beau que l'autre dans son poli, et ses taches deviennent entièrement transparentes quand on le scie en plaques minces. »

Je remarquerai que cette pierre, que M. Angerstein a ci-devant regardée comme *la mère du porphyre*, devient ici une matière dont la finesse du grain, la dureté, et la consistance, l'ont déterminé à placer cette pierre parmi les jaspes.

« En avançant quelques lieues, continue-t-il, dans les bois de l'Esterelle, on ne remarque plus qu'une continuité de ce changement alternatif de porphyre et de jaspe : mais dans certains endroits, et surtout du côté de Fréjus, ces deux sortes de pierres sont amoncelées et congelées l'une avec l'autre, et forment un produit qui a le caractère du marbre sérancolin des Pyrénées.

» Au sud-ouest, on trouve, au pied de la montagne, le petrosilex :

4° Le quartz et le schorl. Cette matière est composée de quartz blanc, ou blanchâtre, et de schorl tantôt noir et tantôt vert, ou verdâtre, distribué par taches irrégulières. Ce premier mélange taché de

dans cet endroit, il est tantôt rouge-brun, tantôt tirant sur le bleu céleste, tantôt sur le vert; ce qui fait présumer que l'on pourroit y trouver encore des jaspes et des porphyres verts et bleuâtres, parce qu'on a vu ci-devant que le petrosilex ou le caillou de roche d'un rouge-brun a donné l'origine aux jaspes et aux porphyres de la même couleur.

» En dernier lieu, on remarque une petite colline d'une pierre appelée *corneus,* d'un gris foncé, mêlé de fibres en forme de petits filets, et de taches de spath cristallisé à quatorze pans, et quelquefois congelées en forme de grappes : arrivé à Fréjus, toutes ces pierres disparoissent. » (*Remarques sur les montagnes de Provence,* par M. Angerstein, dans les *Mémoires des savants étrangers,* tome II.)

Nous devons faire observer que cette idée de M. Angerstein, de regarder la roche grossière et grisâtre de la forêt de l'Esterelle en Provence comme la *mère des granites,* est sans aucun fondement : car les granites ne sont pas des pierres enfantées immédiatement par d'autres pierres; et cette prétendue mère des granites n'est elle-même qu'un granite gris qui ressemble aux autres par sa composition, puisqu'il contient du quartz, du mica, et du feld-spath, de l'aveu même de l'auteur. Il dit même que son *petrosilex* est la *mère des porphyres et des jaspes;* ce qui n'est pas plus fondé, puisque ni le jaspe ni le porphyre ne contiennent point de quartz; tandis que ce prétendu *petrosilex* étant composé de quartz et de feld-spath, n'a point de rapport avec les jaspes ; il est du nombre des matières de la troisième combinaison dont nous venons de parler, ou, si l'on veut, il fait la nuance entre cette pierre et les granites, parce qu'on y voit quelques taches de *plomb noir* ou *molybdène,* qui, comme l'on sait, est une matière micacée ; il n'est donc pas possible que ce petrosilex ait produit des jaspes, puisqu'il n'en contient pas la matière. Ainsi la distinction que cet observateur fait entre le granite, la roche grisâtre, *mère des granites,* et son petrosilex, *mère des porphyres et des jaspes,* ne me paroît pas établie sur une juste comparaison ; et, de plus, nous verrons que le vrai petrosilex est une matière différente de celle à laquelle M. Angersteiu en applique ici le nom.

noir sur un fond blanc a été nommé improprement *jaspe d'Égypte* et *granite oriental*, et le second mélange a été tout aussi mal nommé *porphyre vert*. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'avertir que cette pierre quartzeuse tachetée de noir ou de vert par le mélange d'un schorl de l'une ou de l'autre de ces couleurs n'est ni jaspe, ni granite, ni porphyre. J'ignore si cette matière se trouve en grande masse; mais je sais qu'elle reçoit un beau poli, et qu'elle frappe agréablement les yeux par le contraste des couleurs.

5° Le jaspe et le mica. Cette combinaison n'existe peut-être pas dans la nature, du moins je ne connois aucune substance qui la représente; et lorsque le mica se trouve avec le jaspe, il est seulement uni légèrement à sa surface, et non pas incorporé dans sa substance.

6° Le jaspe et le feld-spath, et 7° le jaspe et le schorl. Ces deux mélanges forment également des porphyres.

8° Le mica et le feld-spath. Il en est de ce mélange à peu près comme du cinquième, c'est-à-dire de celui du jaspe et du mica : on trouve en effet du feld-spath couvert et chargé de mica, mais qui n'est point incorporé dans sa substance.

9° Le mica et le schorl. Cette combinaison ne m'est pas mieux connue, et peut-être n'existe pas plus dans la nature que la précédente et la cinquième.

10° Le feld-spath et le schorl. Ce mélange est celui qui a formé la matière des ophites, dont il y a plusieurs variétés, mais toutes composées de feld-spath plus ou moins mêlé de schorl de différentes couleurs.

Des dix combinaisons de ces mêmes cinq verres primitifs pris trois à trois, et qui, dans la spéculation, paroissent être également possibles, nous n'en connoissons néanmoins que trois, dont deux forment les granites, et la troisième un porphyre différent des deux premiers : car, 1° le quartz, le feld-spath, et le mica, composent la substance de plusieurs granites; 2° d'autres granites, au lieu de mica, sont mêlés de schorl, et 3° il y a du porphyre composé de jaspe, de feld-spath, et de schorl.

Enfin des quatre combinaisons des cinq verres primitifs pris quatre à quatre, nous n'en connoissons qu'une qui est encore un granite, dans la composition duquel le quartz, le mica, le feld-spath, et le schorl, se trouvent réunis. Je doute qu'il y ait aucune matière de première formation qui contienne ces cinq matières ensemble; tant il est vrai que la nature ne s'est jamais soumise à nos abstractions : car de ces vingt-cinq combinaisons, toutes également possibles en spéculation, nous n'en pouvons compter en réalité que onze, et peut-être même dans ce nombre y en a-t-il quelques unes qui n'ont pas été produites, comme les autres, par le feu primitif, et qui n'ont été formées que des détriments des premières, réunis par l'intermède de l'eau.

Quoi qu'il en soit, le porphyre est la plus précieuse de ces matières composées; c'est, après le jaspe, la plus belle des substances vitreuses en grandes masses. Il est, comme nous venons de le dire, formé de jaspe, de feld-spath, et de petites parties de schorl incorporées ensemble. On ne peut le confondre avec les jaspes, puisque ceux-ci sont d'une substance simple, et

ne contiennent ni feld-spath ni schorl; on ne doit pas non plus mettre le porphyre au nombre des granites, parce qu'aucun granite ne contient de jaspe, et qu'ils sont composés de trois et même de quatre autres substances, qui sont le quartz, le feld-spath, le schorl, et le mica : de ces trois ou quatre substances, il n'y a que le feld-spath et le schorl qui soient communs aux deux. Le porphyre a donc sa nature propre et particulière, et il paroît être plus éloigné du granite que du jaspe; car le quartz, qui entre toujours dans la composition des granites, ne se trouve point dans les porphyres, qui tous ne contiennent que du jaspe, du feld-spath, et du schorl.

Le nom de *porphyre* sembleroit désigner exclusivement une matière d'un rouge de pourpre, et c'est en effet la couleur du plus beau porphyre; mais cette dénomination s'est étendue à tous les porphyres, de quelque couleur qu'ils soient : car il en est des porphyres comme des jaspes; il y en a de plus ou moins colorés de rouge, de brun, de vert, et de différentes nuances de quelques autres couleurs. Le porphyre rouge est semé de très petites taches plus ou moins blanches, et quelquefois rougeâtres; ces taches présentent les parties du feld-spath et du schorl, qui sont disséminées et incorporées dans la pâte du jaspe; et le caractère essentiel de tous les porphyres, et par lequel ils sont toujours reconnoissables, c'est ce mélange du feld-spath ou du schorl, ou de tous deux ensemble, avec la matière du jaspe : ils sont d'autant plus opaques et plus colorés que le jaspe est entré en plus grande quantité dans leur composition; et ils prennent au contraire un peu de transparence lors-

que le feld-spath y est en grande quantité. Nous pouvons, à ce sujet, observer qu'en général, dans les matières vitreuses produites par le feu primitif, plus il y a de transparence, et plus il y a de dureté; au lieu que, dans les matières calcinables, toutes formées par l'intermède de l'eau, la transparence indique la mollesse. Ainsi moins un porphyre est opaque, plus il est dur; et, au contraire, plus un marbre est transparent, plus il est tendre : on le voit évidemment dans le marbre de Paros et dans les albâtres. Cette différence vient de ce que le spath calcaire est plus tendre que la pâte du marbre dans laquelle il est mêlé, et que le feld-spath et le schorl sont aussi durs que le quartz et le jaspe, avec lesquels ils sont incorporés dans les porphyres et les granites.

Il n'y a ni quartz ni mica dans les porphyres, et il est aisé de les distinguer des granites, qui contiennent toujours du quartz, et souvent du mica; il y a plus de cohérence entre les parties de la matière dans les porphyres que dans les granites, surtout dans ceux où le mélange du mica diminue non seulement la cohésion des parties, mais aussi la densité de la masse. Dans le porphyre, c'est le fond, ou la pâte, qui est profondément coloré, et les grains de feld-spath et de schorl sont blancs, ou quelquefois ils sont de la couleur du fond, et alors seulement d'une teinte plus foible : dans le granite, au contraire, c'est le feld-spath et le schorl qui sont colorés, et le quartz, que l'on peut regarder comme sa pâte, est toujours blanc; et c'est ce qui prouve que le porphyre a la matière du jaspe pour base, comme le granite celle du quartz.

Quelques naturalistes, en convenant avec moi que

le feld-spath et le schorl entrent comme parties constituantes dans les porphyres, se refusent à croire que la matière qui en fait la pâte soit réellement du jaspe, et ils se fondent sur ce que la cassure du porphyre n'est pas aussi nette que celle du jaspe; mais ils ne font pas attention que parmi les jaspes il y en a qui ont la cassure un peu terreuse, comme le porphyre, et qu'on ne doit le comparer qu'aux jaspes communs, qui se trouvent en grandes masses, et non aux jaspes fins, qui sont de seconde formation. Ces nouveaux jaspes ont la cassure plus brillante que celle des anciens, desquels ils tirent leur origine; et ces anciens jaspes ne diffèrent pas, par leur cassure, de la matière qui fait la pâte des porphyres.

Quoique beaucoup moins commun que les granites, le porphyre ne laisse pas de se trouver en fortes masses et même par grands blocs en quelques endroits[1] : il est ordinairement voisin des jaspes, et tous deux portent, comme le granite, sur des roches quartzeuses; et cette proximité indique entre eux une formation contemporaine. La solidité très durable de la substance du porphyre atteste de même son affinité avec le jaspe; ils ne se ternissent tous deux que par une très longue impression des éléments humides; et de toutes les matières du globe que l'on peut employer en grand volume, le quartz, le jaspe, et le porphyre, sont les plus inaltérables : le temps a effacé et détruit en partie les caractères hiéroglyphiques des colonnes et des pyramides du granite égyptien, au

1. On en voit à Constantinople de très hautes colonnes d'une seule pièce, dans l'église de Sainte-Sophie; on croit que ces colonnes viennent de la Thébaïde.

lieu que les jaspes et les porphyres, dans les monuments les plus anciens, ne paroissent avoir reçu que de légères atteintes du temps, et il est à croire qu'il en seroit de même des ouvrages faits de quartz, si les anciens l'eussent employé; mais comme il n'a ni couleurs brillantes ni variétés dans sa substance, et que sa grande dureté le rend très difficile à travailler et à polir, on l'a toujours rejeté; et, d'autre part, les porphyres et les jaspes ne se trouvant que rarement en grandes masses continues, on a de tout temps préféré les granites à ces premières matières pour les grands monuments.

Le quartz, qui forme la roche intérieure du globe, est en même temps la base universelle des autres matières vitreuses; il soutient les masses des granites et celles des porphyres et des jaspes, et tous sont plus ou moins contigus à cette roche primitive à laquelle ils tiennent comme à leur matrice ou mère commune, qui semble les avoir nourris des vapeurs qu'elle a laissé transpirer, et qui leur a fait part des trésors de son sein en les teignant des plus riches couleurs.

M. Ferber, ayant curieusement examiné tous les porphyres en Italie, les distingue en cinq sortes : 1° le porphyre rouge, qui est le plus commun, et dont le fond est d'un rouge foncé avec de petites taches blanches et oblongues, souvent irrégulières ou parallélipipèdes. Le fond de ce porphyre est d'un rouge plus ou moins foncé, et quelquefois si brun, qu'il tire sur le noir. «On ne peut nier, dit-il, que la matière de ces taches ne soit du spath dur, opaque, compacte, blanc de lait, et en même temps de la nature du *schorl;* ce que la forme et la simple vue indiquent

assez. Il en est de même des autres sortes de porphyres, et il me paroît que ces taches sont d'une espèce de pierre qui tient le milieu entre le feld-spath et le schorl. En général, continue-t-il, il y a très peu de différence essentielle entre le schorl, le spath dur ou feld-spath, le quartz, les autres cailloux, et les grenats. »

Je dois observer que tout ce que dit ici M. Ferber, loin de répandre de la lumière sur ce sujet, y porte de la confusion. Le schorl ne doit pas être confondu avec le feld-spath; il n'y a point de pierre dont la substance tienne le milieu entre le feld-spath et le schorl. La substance qui, dans les porphyres, se trouve incorporée avec la matière du jaspe, n'est pas uniquement du schorl, mais aussi du feld-spath. La différence du schorl au feld-spath est bien connue, et certainement le schorl, le *spath dur* (feld-spath), le quartz, les *cailloux*, et les grenats, ont chacun entre eux des différences essentielles que ce minéralogiste n'auroit pas dû perdre de vue.

« 2° Le porphyre taché de blanc, continue M. Ferber, dont il y a deux variétés : la première est le porphyre noir, proprement dit, dont le fond est entièrement noir avec de petites taches oblongues, et qui ne diffère du porphyre rouge que par cette couleur du fond; la seconde variété est la *serpentine noire antique*, dont le fond est noir avec de grandes taches blanches oblongues ou parallélipipèdes.

» 3° Le porphyre à fond brun avec de grandes taches verdâtres oblongues; il s'en trouve aussi dont le fond est d'un brun rougeâtre avec des taches d'un vert clair, et d'autres dont le fond est d'un brun noi-

râtre avec des taches moitié noirâtres et moitié verdâtres.

» 4° Le porphyre vert, dont il y a plusieurs variétés : 1° la serpentine verte antique, dont le fond est vert, et les taches oblongues et parallélipipèdes sont d'un vert plus ou moins clair, et de la nature du *feld-spath* ou du *schorl*. On trouve quelquefois dans ces pierres des bulles telles que celles qui se forment dans les matières fondues par la sortie de l'air qui y est renfermé ; on y voit aussi assez souvent des taches blanches et transparentes arrondies irrégulièrement, et qui paroissent être de la nature de l'agate. 2° Le porphyre à fond vert taché de blanc. 3° Le porphyre à fond vert foncé avec des taches noires. 4° Le porphyre à fond vert clair, ou plutôt jaune verdâtre taché de noir.

» 5° Le porphyre vert, proprement dit, qui a plusieurs variétés : la première à fond vert foncé presque noir, de la nature du jaspe, avec des taches blanches distinctes, oblongues, *en forme de schorl*, plus grandes que les taches du porphyre noir, et plus petites que celles de la serpentine noire antique. La seconde variété est à fond de la nature du jaspe, d'un vert foncé avec de petites taches blanches, rondes, et longues, et ressemble, à la couleur près, au porphyre rouge. La troisième à fond vert foncé, qui est de la nature du *trapp ;* les taches sont blanches, quartzeuses, irrégulières, et quelquefois si grandes et si nombreuses, qu'on diroit, avec raison, que le fond est blanc : de temps en temps le fond s'est cristallisé en rayons de schorl ; alors cette espèce de porphyre vert se rapproche beaucoup de l'espèce du granite qui est mêlé de schorl au lieu de mica. La quatrième à fond vert foncé

de la nature du *trapp*, comme celle du précédent, avec de petites taches blanches serrées, oblongues comme du schorl, rarement d'une figure régulière ou déterminée, mais entrelacées les unes dans les autres, et repliées comme de petits vers : les ouvriers appellent cette variété *porphyre vert fleuri*. La cinquième d'un fond vert clair de la nature du *trapp*, avec de petites taches oblongues, de figure déterminée, et détachées les unes des autres, et de petits rayons de schorl noir. »

Je ne puis m'empêcher d'observer encore que cet habile minéralogiste confond ici le schorl avec le feldspath dans sa description de la première variété du porphyre vert, et qu'en même temps qu'il semble attribuer au feu la formation de cette pierre, il dit qu'on y trouve des agates; or, l'agate étant formée par l'eau, il n'est pas probable que cette pierre de porphyre ait été pour le reste produite par le feu, à moins d'imaginer que l'agate s'est produite par infiltration dans les bulles dont M. Ferber remarque que cette pierre est soufflée.

Je remarquerai aussi que sur ces cinq variétés il n'y a que les deux premières qui soient de vrais porphyres, et qu'à l'égard des trois dernières variétés dont le fond n'est pas de jaspe, mais de la matière tendre appelée *trapp*, on ne doit pas les mettre au nombre des porphyres, puisqu'elles en diffèrent non seulement par leur moindre dureté, mais même par leur composition, et autant que le jaspe diffère du trapp. Ceci nous démontre que M. Ferber a confondu, sous le nom de *porphyre*, plusieurs substances qui sont d'une autre essence, et que celles qu'il nomme *serpentines*

noires antiques et *serpentines vertes antiques* sont peut-être, comme le trapp, des matières différentes du porphyre, nous pouvons même dire que ceux qui, comme M. Ferber dans le Vicentin, et M. Soulavie dans le Vivarais, n'ont observé la nature qu'en désordre, n'ont pu prendre que de fausses idées de ses ouvrages, et se méprendre sur leur formation. Dans ces terrains bouleversés, les matières produites par le feu primitif, mêlées à celles qui ont ensuite été formées par le transport ou l'intermède de l'eau, et toutes confondues avec celles qui ont été altérées, dénaturées, ou fondues par le feu des volcans, se présentent ensemble; ils n'ont pu reconnoître leur origine, ni même les distinguer assez pour ne pas tomber dans de grandes erreurs sur leur formation et leur essence. Il me paroît donc que, quoique M. Ferber soit l'un des plus attentifs de ces observateurs, on ne peut rien conclure de ses descriptions et observations, sinon qu'il se trouve dans ces terrains volcanisés des matières presque semblables aux vrais porphyres; et si cela est, n'y a-t-il pas toute raison de penser avec moi que le feu primitif a formé les premiers porphyres, dans lesquels je n'ai admis que le mélange du jaspe, du feld-spath, et du schorl, parce que je n'ai jamais vu dans le porphyre des parties quartzeuses, et que je pense qu'il faut distinguer les vrais et anciens porphyres, produits par le feu primitif, de ceux qui l'ont été postérieurement par celui des volcans? ceux-ci peuvent être mêlés de plusieurs autres matières de seconde formation; au lieu que les premiers ne pouvoient être composés que des verres primitifs, seules matières qui existoient alors.

Après le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, qui sont les substances les plus simples, on peut donc dire que, de toutes les autres matières en grandes masses et produites par le feu, le porphyre et les roches vitreuses, dont nous venons de parler, sont les plus simples, puisqu'elles ne contiennent que deux ou trois de ces premières substances : cependant ces mêmes roches vitreuses et les porphyres ne sont pas, à beaucoup près, aussi communs que le granite, qui contient trois et souvent quatre de ces substances primitives ; c'est de toutes les matières vitreuses la plus abondante, et celle qui se trouve en plus grandes masses, puisque le granite forme les chaînes de la plupart des montagnes primitives sur tout le globe de la terre; c'est même cette grande quantité de granite qui a fait penser à quelques naturalistes qu'on devoit le regarder comme la pierre primitive de laquelle toutes les autres pierres vitreuses avoient tiré leur origine. Je conviens avec eux que le granite a donné naissance à un grand nombre d'autres substances par ses différentes exsudations et décompositions ; mais, comme il est lui-même composé de trois ou quatre matières très évidemment reconnoissables, il faut nécessairement admettre la priorité de l'existence de ces mêmes matières, et par cette raison regarder le quartz, le mica, le feld-spath, et le schorl qu'il contient, comme des substances dont la formation est antérieure à la sienne.

En suivant l'ordre qui nous conduit des substances simples aux matières composées, et toujours en grandes masses, nous avons donc d'abord le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, que nous

regardons comme des matières simples; ensuite les roches vitreuses, qui ne contiennent que deux de ces cinq premières substances; après quoi viennent les porphyres et les granites, qui en contiennent trois ou quatre. On verra qu'en général le développement des causes et des effets dans la formation des masses primitives du globe s'est fait dans une succession relative aux différents degrés de leur densité, solidité, et fusibilité respective, et que, de tous les mélanges ou combinaisons qui se sont faites des cinq verres primitifs, celle de la réunion du quartz, du mica, du feld-spath, et du schorl, est non seulement la plus commune, mais qu'elle est tellement universelle et si générale, que les granites semblent avoir exclu les résultats de la plupart des autres combinaisons de ces verres primitifs.

DU GRANITE.

De toutes les matières produites par le feu primitif, le granite est la moins simple et la plus variée : il est ordinairement composé de quartz, de feld-spath, et de mica; ou enfin de quartz, de feld-spath, de schorl, et de mica : de ces quatre substances primitives, les plus fusibles sont le feld-spath et le schorl. Ces verres de nature se fondent sans addition au même degré de feu que nos verres factices, tandis que le quartz résiste au plus grand feu de nos fourneaux : le feld-spath et le schorl sont aussi beaucoup plus fusibles que le mica, auquel il faut appliquer le feu le

plus violent pour le réduire en verre, ou plutôt en scories spumeuses. Enfin le feld-spath et le schorl communiquent la fusibilité aux matières dans lesquelles ils se trouvent mélangés, telles que les porphyres, les ophites, et les granites, qui tous peuvent se fondre sans aucune addition ni fondant étranger[1] : or ces différents degrés de fusibilité respective dans les matières qui composent le granite, et particulièrement la grande fusibilité du feld-spath et du schorl, me semblent suffire pour expliquer d'une manière satisfaisante la formation du granite.

En effet le feu qui tenoit le globe de la terre en liquéfaction a nécessairement eu des degrés différents de force et d'action : le quartz ne pouvoit se fondre que par le feu le plus violent, et n'a pu demeurer en fusion qu'autant de temps qu'a duré cette extrême chaleur; dès qu'elle a diminué, le quartz s'est d'abord consolidé; et sa surface, frappé du refroidissement, s'est fendue, écaillée, égrenée, comme il arrive à

1. 1° Un morceau de très beau granite rouge très vif, très dur, faisant feu dans tous les points, enfermé dans un petit creuset de Hesse et recouvert d'un autre, a coulé en verre noir en moins de deux heures.

2° Un morceau de granite noir et blanc très dur, du poids de cinq gros vingt-deux grains, a formé dans le même temps une seule masse vitreuse noire très compacte, très homogène.

3° Un morceau de porphyre très brun, piqué de blanc, très dur, de deux gros vingt-huit grains, a coulé au point d'enduire absolument le creuset de verre noir. Ces trois morceaux antiques ont été trouvés à Autun.

4° J'ai exposé au même feu de beau quartz blanc d'Auvergne : il y a pris un blanc plus mat, plus opaque, y est devenu plus tendre, plus aisé à égrener au doigt, mais sans aucune fusion, pas même aux endroits où il touchoit le creuset. (*Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon.* Dijon, 27 octobre 1778.)

toute espèce de verre exposé à l'action de l'air. Toute la superficie du globe devoit donc être couverte de ces premiers débris de la décrépitation du quartz immédiatement après sa consolidation; et les groupes élancés des montagnes isolées, les sommets des grandes boursouflures du globe, qui dès lors s'étoient faites dans la masse quartzeuse, ont été les premiers lieux couverts de ces débris du quartz, parce que ces éminences, qui présentoient toutes leurs faces au refroidissement, en ont été plus complètement et plus vivement frappées que toutes les autres portions de la terre.

Je dis refroidissement, par rapport à la prodigieuse chaleur qui avoit jusqu'alors tenu le quartz en fusion; car, dans le moment de sa consolidation, le feu étoit encore assez violent pour dissiper les micas, dont l'exfoliation ne fut que le second détriment du quartz, déjà brisé en écailles et en grains par le premier degré du refroidissement. Le feld-spath et le schorl, bien plus fusibles que le mica, étoient encore en pleine fonte au point de feu où le quartz, déjà consolidé, s'égrenoit faute de recuit, et formoit les micas par ses exfoliations.

Le feld-spath et le schorl doivent donc être considérés comme les dernières fontes des matières vitreuses; ces deux derniers verres, en se refroidissant, dûrent s'amalgamer avec les détriments des premiers. Le feu qui avoit tenu le quartz en fusion étoit bien plus violent que celui qui tenoit dans ce même état le feld-spath et le schorl; et ce n'est qu'après la consolidation du quartz, et même après sa réduction en débris, que les micas se sont formés de ses exfolia-

tions ; et ce n'est encore qu'après ce temps que le feld-spath et le schorl, auxquels il ne faut qu'un feu médiocre pour rester en fusion, ont pu se réunir avec les détriments de ces premiers verres. Ainsi le feld-spath et le schorl ont rempli, comme des ciments additionnels, les interstices que laissoient entre eux les grains de quartz ou de jaspe et les particules de mica ; ils ont lié ensemble ces débris, qui de nouveau prirent corps et formèrent les granites et les porphyres ; car c'est en effet sous la forme d'un ciment introduit et agglutiné dans les porphyres et les granites qu'ils s'y présentent.

En effet les quartz en grains décrépités ou exfoliés en micas doivent couvrir généralement la surface du globe, à l'exception des fentes perpendiculaires qui venoient de s'ouvrir par la retraite que fit sur elle-même toute la matière liquéfiée en se consolidant : le feu de l'intérieur exhaloit par ces fentes, comme par autant de soupiraux, les vapeurs métalliques qui, s'étant incorporées avec la substance du quartz, l'ont modifiée, colorée, et convertie en jaspe, lequel ne diffère en effet du quartz que par ces impressions de vapeurs métalliques, et qui, s'étant consolidé et recuit dans ces fentes du quartz, et à l'abri de l'action des éléments humides, est demeuré solide, et n'a fourni à l'extérieur qu'une petite quantité de détriments que le feld-spath et le schorl aient pu saisir. Les jaspes ne présentant que leur sommet, et étant du reste contenus dans les fentes perpendiculaires de la grande masse quartzeuse, ne purent recevoir le feld-spath et le schorl que dans cette partie supérieure, sur laquelle se fit une décrépitation sembla-

ble à celle du quartz, parce que cette partie de leur masse étoit en effet la seule qui pût être réduite en débris par le refroidissement.

Et de fait, les porphyres, qui n'ont pu se former qu'à la superficie des jaspes, sont infiniment moins communs que les granites, qui se sont au contraire formés sur la surface entière de la masse quartzeuse : car les granites recouvrent encore aujourd'hui la plus grande partie du globe; et quoique les quartz percent quelquefois au dehors, et se montrent en divers endroits sur de fortes épaisseurs et dans une grande étendue, ils n'occupent que de petits espaces à la surface de la terre en comparaison des granites, parce que les quartz ont été recouverts et rehaussés presque partout par ces mêmes granites, qui ont recueilli dans leur substance presque tous les débris des verres primitifs, et se sont consolidés et groupés sur la roche même du globe, à laquelle ils tiennent immédiatement, et qu'ils chargent presque partout. On trouve le granite, comme premier fond, au dessous des bancs calcaires et des couches de l'argile et des schistes, quand on peut en percer l'épaisseur; et nous ne devons pas oublier que ce fond actuel de notre terre étoit la surface du globe primitif avant le travail des eaux.

Or les granites sont non seulement couchés sur cette antique surface, mais ils sont entassés encore plus en grand dans les groupes des montagnes primitives [1], et nous en avons d'avance indiqué la raison. Ces sommets, où les degrés du refroidissement furent plus rapides, atteignirent plus tôt le point de la

1. « C'est une observation générale que, dans les grandes chaînes,

fusion et de la consolidation du feld-spath et du schorl, en même temps qu'ils leur offroient à saisir de plus grandes épaisseurs de grains quartzeux décrépités.

Aussi les granites forment-ils la plupart de ces grands groupes et de ces hauts sommets élevés sur la base de la roche du globe, comme les obélisques de la nature, qui nous attestent ses formations antiques, et sont les premiers et grands ouvrages dans lesquels elle préparoit la matière de toutes ses plus riches productions, et où elle indiquoit déjà de loin le dessin sur lequel elle devoit tracer les merveilles de l'organisation et de la vie : car on ne peut s'empêcher de reconnoître dans la figuration généralement assez régulière des petits solides du feld-spath et du schorl cette tendance à la structure organique, prise dans un feu lent et tranquille, qui, en commençant l'union intime de la matière brute avec quelques molécules organiques, la dispose de loin à s'organiser, en y traçant les linéaments d'une figuration régulière. Nos fusions artificielles, et plus encore les fusions produites par les volcans, nous offrent des exemples de cette figuration ou cristallisation par le feu dans un grand nombre de matières [1], et même dans tous les métaux et minéraux métalliques.

Si nous considérons maintenant que les grands bancs et les montagnes de granite s'offrent à la su-

on trouve au dehors les montagnes calcaires, puis les ardoises. » (Saussure, *Voyage dans les Alpes*, page 402.)

L'auteur se fût mieux exprimé en disant les *schistes*, puis les *roches feuilletées primitives*, et enfin les granites.

1. Voyez l'article des *volcans*, sur les espèces de granites et de porphyres qui se forment quelquefois dans la lave.

perficie de la terre dans tous les lieux où les argiles, les schistes, et les couches calcaires, n'ont pas recouvert l'ancienne surface du globe, et où le feu des volcans ne l'a point bouleversée, en un mot partout où subsiste la structure primitive de la terre, on ne pourra guère se refuser à croire qu'ils sont l'ouvrage de la dernière fonte qui ait eu lieu à sa surface encore ardente, et que cette dernière fonte n'ait été celle du feld-spath et du schorl, lesquels, des cinq verres primitifs, sont sans comparaison les plus fusibles; et si l'on rapproche ici un fait qui, tout grand et tout frappant qu'il est, ne paroît pas avoir été remarqué des minéralogistes, savoir, qu'à mesure que l'on creuse ou qu'on fouille dans une montagne dont la cime et les flancs sont de granite, loin de trouver du granite plus solide et plus beau à mesure que l'on pénètre, l'on voit au contraire qu'au dessous, à une certaine profondeur, le granite se change, se perd, et s'évanouit à la fin en reprenant peu à peu la nature brute du roc vif et quartzeux. On peut s'assurer de ce changement successif dans les fouilles de mines profondes : quoique ces profondeurs où nous pénétrons soient bien superficielles, en comparaison de celles où la nature a pu travailler les matériaux de ses premiers ouvrages, on ne voit dans ces profondeurs que la roche quartzeuse, dont la partie qui touche aux filons des mines et forme les parois des fentes perpendiculaires est toujours plus ou moins altérée par les eaux ou par les exhalaisons métalliques; tandis que celle qu'on taille dans l'épaisseur vive est une roche sauvage plus ou moins décidément quartzeuse, et dans laquelle on ne distingue plus rien qui res-

semble aux grains réguliers du granite. En rapprochant ce second fait du premier on ne pourra guère douter que les granites n'aient en effet été formés des détriments du quartz décrépité, jusqu'à de certaines profondeurs, et du ciment vitreux de feld-spath et de schorl qui s'est ensuite interposé entre ces grains de quartz et les micas, qui n'en étoient que les exfoliations.

Il s'est formé des granites à plus grands et à plus petits cristaux de feld-spath et de schorl, suivant que les grains quartzeux se sont trouvés plus ou moins rapprochés, plus ou moins gros, et selon qu'ils laissoient entre eux plus d'espace où le feld-spath et le schorl pouvoient couler pour se cristalliser. Dans le granite à menus grains le feld-spath et le schorl, presque confondus et comme incorporés avec la pâte quartzeuse, n'ont point eu assez d'espace pour former une cristallisation bien distincte; au lieu que, dans les beaux granites à gros grains réguliers, le feld-spath et quelquefois le schorl sont cristallisés distinctement, l'un en rhombes, et l'autre en prismes.

Les teintes du rouge du feld-spath et de brun noirâtre du schorl dans les granites sont dues sans doute aux sublimations métalliques, qui de même ont coloré les jaspes, et se sont étendues dans la matière du feld-spath et du schorl en fusion. Néanmoins cette teinture métallique ne les a pas tous colorés : car il y a des feld-spaths et des schorls blancs ou blanchâtres; et dans certains granites et plusieurs porphyres le feld-spath ne se distingue pas du quartz par la couleur.

Les sommets des montagnes graniteuses sont généralement plus élevés que les montagnes schisteuses

ou calcaires : ces sommets paroissent n'avoir jamais été surmontés ni travaillés par les eaux, dont la plus grande hauteur nous est indiquée par les bancs calcaires les plus élevés ; car on ne trouve aucun indice de coquilles ou d'autres productions marines dans l'intérieur de ces granites primitifs, à quelque niveau qu'on les prenne ; comme jamais aussi on ne voit de bancs calcaires interposés dans les masses de granites, ni de granites posés sur des couches calcaires, si ce n'est par fragments roulés et transportés, ou par bancs de seconde formation. Tous ces faits importants de l'histoire du globe ne sont que des conséquences nécessaires de l'ordre dans lequel nous venons de voir les grandes formations du feu précéder universellement l'ouvrage des eaux.

Les couches que l'eau a déposées sont étendues horizontalement, et c'est dans ce sens, c'est-à-dire en longueur et en largeur, que se présentent leurs plus grandes dimensions : les granites, au contraire, et tous les autres ouvrages du feu, sont groupés en hauteur ; leurs pyramides ont toujours plus d'élévation que de base. Il y a de ces masses ou pyramides solides de granite, sans fentes ni sutures, d'une très grande hauteur et d'un volume énorme : on en peut juger non seulement par l'inspection des montagnes graniteuses, mais même par les monuments des anciens ; ils ont travaillé des blocs de granite de plus de vingt mille pieds cubes pour en former des colonnes et des obélisques d'une seule pièce [1]. Et de nos jours on a

1. La colonne de Pompée, dont le fût est d'une seule pièce, passe pour être le plus grand monument des anciens en ce genre. « Cette

remué des masses encore plus fortes ; car le bloc de granite qui sert de piédestal à la statue gigantesque du grand Pierre Ier, élevé par l'ordre d'une impératrice encore plus grande [1], contient trente-sept mille pieds cubes : cependant ce bloc a été trouvé dans un marais, où il étoit isolé et détaché des hautes masses auxquelles il tenoit avant sa chute. « Mais nulle part, nous dit M. l'abbé Bexon, on ne peut prendre une idée plus magnifique de ces masses énormes de granites que dans nos montagnes des Vosges : elles en offrent en mille endroits des blocs plus grands que tous ceux que l'on admire dans les plus superbes monuments, puisque les larges sommets et les flancs escarpés de ces montagnes ne sont que des piles et des groupes d'immenses rochers de granite entassés les uns sur les autres [2]. »

colonne est, dit Thévenot, située à environ deux cents pas d'Alexandrie ; elle est posée sur un piédestal ou base carrée large d'environ vingt pieds, et haute de deux cents ou environ, mais faite de plusieurs grosses pierres : pour le fût de la colonne, il est tout d'une seule pièce de granite, si haute qu'elle n'a pas au monde sa pareille, car elle a dix-huit cannes de haut, et si grosse qu'il faut six personnes pour l'embrasser. » (*Voyage au Levant,* tome I, page 227.) En supposant la canne de cinq pieds de longueur, le fût de cette colonne en a quatre-vingt-dix de hauteur, sur trente pieds de circonférence, parce que chaque homme, les bras étendus, embrasse aussi cinq pieds : ces dimensions donnent environ vingt mille pieds cubes.

1. Catherine II, actuellement régnante, et dont l'Europe et l'Asie admirent et respectent également le grand caractère et le puissant génie.

2, On vient depuis peu de commencer à travailler ces granites des Vosges, et les premiers essais ont découvert dans ces montagnes les plus grandes richesses en ce genre ; elles offrent des granites très beaux et très variés pour le grain et pour les couleurs, et diverses espèces de porphyres ; on en tire aussi des jaspes richement colorés, et

Plusieurs observateurs ont déjà reconnu que la plupart des sommets des montagnes, surtout des plus élevées, sont formés de granite[1]. La plus grande hauteur où les eaux aient déposé des coquilles n'étant qu'à quinze cents ou deux mille toises au dessus du

toutes ces matières s'y rencontrent partout dans une extrême abondance, quoique dans une exploitation commencée on n'ait encore attaqué aucune masse considérable, et qu'on se soit borné aux morceaux rompus épars au penchant des montagnes, et que les habitants entassent en gros murs bruts pour enclore leurs terrains. Le premier établissement de ce travail des granites des Vosges, fait d'abord à Giromagny dans la haute Alsace, est actuellement transféré, pour plus grande abondance de matières et plus grande facilité de transports, de l'autre côté de la montagne, en Lorraine, dans le vallon de la Moselle, environ quatre lieues au dessous de sa source. Nous le devons au goût et à l'activité de M. Patu des Hauts-Champs, magistrat qui joint à l'honneur et aux distinctions héréditaires l'amour éclairé du bien public, et de grandes connoissances dans les sciences et dans les arts. Son entreprise, qui nous semble très digne de l'attention et de la faveur du gouvernement, mettroit en valeur des matières précieuses restées jusqu'à présent brutes entre nos mains, et pour lesquelles nous payons jusqu'ici un tribut à l'Italie.

1. M. Ferber dit expressément, page 343, que la partie la plus élevée des Alpes, entre l'Italie et l'Allemagne, est de granite; et il ajoute que ces granites européens ne diffèrent en aucune façon du granite oriental.

Tous les pays du monde offriront ces granites dans leurs chaînes de montagnes primitives; et si les observations sur cet objet ne sont pas plus multipliées, c'est que de justes notions du règne minéral, pris en grand, paroissent avoir jusqu'ici manqué aux observateurs.

Quoi qu'il en soit, toutes nos provinces montagneuses, l'Auvergne, le Dauphiné, la Provence, le Languedoc, la Lorraine, la Franche-Comté, et même la Bourgogne vers Semur, offrent des granites. La Bretagne, depuis la Loire, et partie de la Normandie, touchant à la Bretagne, et comprenant Mortain, Argentan, Lisieux, Bayeux, Cherbourg, est appuyée sur une masse de granite. La Suisse, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, ont les leurs. Les montagnes de la Corse et celles de l'île d'Elbe en sont formées.

niveau actuel de la mer, il y a par conséquent un grand nombre de sommets qui se trouvent au dessus de cette hauteur : mais il s'en faut bien que toutes les pointes moins élevées aient été recouvertes des productions de la mer ou cachées sous l'argile, le schiste, et les autres matières transportées par les eaux; plusieurs montagnes, telles que les Vosges, moins hautes que ces grands sommets, sont composées de granites qui n'offrent aucun vestige de productions marines, et ces granites ne sont pas surmontés de bancs calcaires, quoique la mer ait porté dans d'autres endroits ses productions à de bien plus grandes hauteurs. Au reste, ce n'est que dans les hautes montagnes vitreuses que l'on peut voir à nu la structure ancienne et la composition primitive du globe en masses de quartz, en veines de jaspe, en groupes de granite, et en filons métalliques.

Quelque solide et durable que soit la matière du granite, le temps ne laisse pas de la miner et de la détruire à la longue ; et des trois ou quatre substances dont il est composé le quartz paroît être celle qui a le plus perdu de sa solidité, et cela est peut-être arrivé dès le premier temps qu'il s'est décrépité : car quoique, étant d'une substance plus simple, il soit en lui-même plus solide que le feld-spath et le schorl, cependant ces derniers verres, et surtout le feld-spath, sont ce qu'il y a de plus durable dans le granite ; du moins il est certain que, sur les faces des globes de granites exposés à l'air aux flancs des montagnes, c'est la partie quartzeuse qui tombe en détriment la première avec le mica, et que les rhombes du feld-spath restent nus et relevés à la surface du granite dépouillé

du mica et des grains de quartz qui les environnoient. Cet effet se remarque surtout dans les granites où la quantité du feld-spath est plus grande que celle du quartz ; et il provient de ce que les cristaux de cette même matière vitreuse sont en masses plus longues et plus profondément implantées que les grains du quartz dans presque tous les granites. Au reste, ces grains du quartz détachés par l'action des éléments humides, et entraînés par les eaux, s'arrondissent en roulant, et se réduisent bientôt en sables quartzeux et micacés, lesquels, comme les sables de grès, se convertissent ensuite en terres argileuses.

On trouve, dans l'intérieur de la terre, des granites décomposés dont les grains n'ont qu'un peu d'adhérence, et dont le ciment est ramolli[1]; cette décomposition se remarque surtout dans les fentes perpendiculaires où les eaux extérieures peuvent pénétrer par infiltration, et aussi dans les endroits où la masse des rochers est humectée par les vapeurs qui s'élèvent des eaux souterraines. Toute humidité s'oppose à la dureté ; et la preuve en est que toute masse pier-

1. C'est mal à propos que M. de Saussure veut établir (*Voyage dans les Alpes,* tome I, page 106) diverses espèces de granite sur les degrés de dureté de cette pierre, et parce qu'il s'en trouve de tendre au point de *s'égrener entre les doigts*, puisque ce n'est ici qu'une décomposition ou destruction, par l'air et par l'eau, du *vrai granite,* si pourtant c'est de ce granite que l'observateur entend parler, de quoi l'on peut douter avec raison, puisqu'il attribue le vice de ces granites devenus tendres à l'effet de *quelque matière saline ou argileuse, entrée dans leur composition* (ibid.); mais plus bas il se rétracte, en observant que si, dès l'origine, ce principe de mollesse fût entré dans leur combinaison, les fragments roulés que l'on trouve de ces granites *n'eussent pu, sans se réduire en sable, supporter les chocs qui les ont arrondis* (ibid.).

reuse acquiert de la dureté en se séchant à l'air. Cette différence est plus sensible dans les marbres et autres pierres calcaires que dans les matières vitreuses; néanmoins, elle se reconnoît dans les granites, et plus particulièrement encore dans le grès, qui est toujours humide dans sa carrière, et qui prend plus de dureté après s'être séché à l'air pendant quelques années.

Lorsque les exhalaisons métalliques sont abondantes, et en même temps mêlées d'acides et d'autres éléments corrosifs, elles détériorent avec le temps la substance des granites, et même elles altèrent celle du quartz : on le voit dans les parois de toutes les fentes perpendiculaires où se trouvent les filons des mines métalliques; le quartz paroît décomposé, et le granite adjacent est friable.

Mais cette décomposition d'une petite portion de granite dans l'intérieur de la terre n'est rien en comparaison de la destruction immense et des débris que dut produire l'action des eaux lorsqu'elles vinrent battre pour la première fois les pics des montagnes primitives, plus élancés alors qu'ils ne le sont aujourd'hui; leurs flancs nus, exposés aux coups d'un océan terrible, durent s'ébranler, se fendre, se rompre en mille endroits et de mille manières : de là ces blocs énormes qu'on en voit détachés et tombés à leur pied, et ces autres blocs qui, comme suspendus et menaçant les vallées, ne semblent plus tenir à leurs sommets que pour attester les efforts qui se firent pour les en arracher. Mais, tandis que la force des vagues renversoit les masses qui offroient le plus de prise ou le moins de résistance, l'eau, par une action plus tranquille et toute aussi puissante, attaquoit

généralement et altéroit partout les surfaces des matières primitives, et, transportant la poudre de leurs détriments, en composoit de nouvelles substances, telles que les argiles et les grès : mais il dut y avoir aussi, dans les amas de ces débris, de gros sables qui n'étoient pas réduits en poudre ; et les granites étant les plus composés, et par conséquent les plus destructibles des substances primitives, ils fournirent ces gros sables en plus grande quantité; et l'on conçoit qu'eu égard à leur pesanteur ces sables ne purent être transportés par les eaux à de très grandes distances du lieu de leur origine : ils se déposèrent en grande quantité aux environs de leurs masses primitives, ils s'y accumulèrent en couches graniteuses; et ces grains, agglutinés de nouveau par l'intermède de l'eau, ont formé les granites secondaires, bien différents, comme l'on voit, quant à leur origine, des vrais granites primitifs. Et en effet, l'on trouve en divers endroits ces nouveaux granites soit en couches, soit en amas inclinés, et on reconnoît à plusieurs caractères qu'ils sont de seconde formation : 1° à leur position en couches, et quelquefois en sacs entre des matières calcaires ; 2° en ce qu'ils sont moins compactes, moins durs, et moins durables que les granites antiques; 3° en ce que le feld-spath et le schorl n'y sont pas en cristaux bien distincts, mais par petites masses qui paroissent résulter de l'agglutination de plusieurs fragments de ces mêmes substances, et qui n'offrent à l'œil qu'une teinte terne et mate, de couleur briquetée ou d'un gris rougeâtre ; 4° en ce que les parcelles du mica y ont formé par leur jonc-

tion, des feuilles assez grandes, et même de petites piles de ces feuilles qui ressemblent à du talc ; 5° enfin en ce que l'empâtement de toute la pierre est grossier, imparfait, n'ayant ni la cohérence, ni la solidité, ni la cassure vive et vitreuse du vrai granite. On peut vérifier ces différences en comparant les granites des Vosges ou des Alpes avec celui qui se trouve à Semur en Bourgogne. Ce granite est de seconde formation ; il est friable, peu compacte, mêlé de talc ; il est disposé par lits et par couches presque horizontales : il présente donc toutes les empreintes d'un ouvrage de l'eau, au lieu que les granites primitifs n'ont d'autres caractères que ceux d'une vitrification.

On ne doit donc rien inférer, rien conclure de la formation de ces granites secondaires à celle du granite primitif dont ils ne sont que des détriments. Les grès sont, relativement au quartz, ce que ces seconds granites sont au premier ; et vouloir les réunir pour expliquer leur formation par un principe commun, c'est comme si l'on prétendoit rendre raison de l'origine du quartz par la formation du grès.

Ceux qui voudroient persister à croire qu'on doit rapporter à l'eau la formation de tous les granites, même de ceux qui sont élancés à pic et groupés en pyramides dans les montagnes primitives, ne voient pas qu'ils ne font que reculer ou plutôt éluder la réponse à la question ; car ne doit-on pas leur demander d'où sont venus et par quel agent ont été formés ces fragments vitreux employés par l'eau pour composer les granites, et dès lors ne seront-ils pas forcés à rechercher l'origine des masses dont ces fragments

vitreux ont été détachés, et ne faut-il pas reconnoître que si l'eau peut diviser, transporter, rassembler les matières vitreuses, elle ne peut en aucune façon les produire?

La question resteroit donc à résoudre dans toute son étendue, quand on voudroit, par prévention de système, ou qu'on pourroit, par suite d'analogie, établir que les granites primitifs ont été formés par l'eau ou dans le sein des eaux, et il resteroit toujours pour fait constant que la grande masse vitreuse, dont les éléments de ces granites sont ou l'extrait ou les débris, est une matière antérieure et étrangère à l'eau, et dont la formation ne peut être attribuée qu'à l'action du feu primitif.

Les nouveaux granites sont souvent adossés aux flancs ou stratifiés au pied des grandes masses antiques dont ils tirent leur origine ; ils sont étendus en couches ou en lits plus ou moins inclinés, et souvent horizontaux, au lieu d'être groupés en hauteur, entassés en pyramides, ou empilés en feuillets verticaux[1], comme le sont les véritables granites dans les

1. C'est ce que M. de Saussure appelle *des couches perpendiculaires*, par une association de mots aussi insociables que les idées qu'ils présentent sont incompatibles; car qui dit *couches* dit dépôt stratifié, étendu, couché enfin sur une ligne plus ou moins voisine de la ligne horizontale, et dont les feuillets se divisent en ce sens; or une telle masse, stratifiée horizontalement, ne peut rien offrir de perpendiculaire que les fissures ou sutures qui l'ont accidentellement divisée : la tranche perpendiculaire porte au contraire sa plus grande dimension sur la ligne de hauteur, elle se coupe en lames verticales; et il est aussi impossible qu'elle ait été formée par la même cause que la couche horizontale qu'il l'est que cette dernière devienne jamais perpendiculaire, si ce n'est par accident; car il est indubitable que toutes les couches stratifiées par la mer, et qui ne doivent pas leur inclinaison

grandes montagnes primitives : cette différence de position est un effet remarquable et frappant, qui, d'un côté, caractérise l'action du feu dont la force expansive du centre à la circonférence ne pouvoit qu'élancer, élever la matière et la grouper en hauteur, tandis que la seconde position présente l'ouvrage de l'eau, qui, soumise à la loi de l'équilibre, et ne travaillant que par voie de transports et de dépôt, tend généralement à suivre la ligne horizontale.

Les granites secondaires se sont donc formés des premiers débris du granite primitif, et les fragments rompus des uns et des autres, et roulés par les eaux, ont postérieurement rempli plusieurs vallées, et ont même formé par leur entassement des montagnes subalternes. Il se trouve des carrières entières, et en bancs étendus, de ces fragments de granites roulés et souvent mêlés de pareils fragments de quartz arrondis, comme ceux de granite, en forme de cailloux. Mais ces couches sont, comme l'on voit, de seconde et même de troisième formation. Et dans le même temps que les eaux entraînoient, froissoient, et entassoient ces fragments massifs, elles transportoient au loin, dispersoient, et déposoient partout les

aux causes accidentelles, comme la chute des cavernes, la tiennent des inclinaisons mêmes, des pentes, ou des coupes des masses primitives auxquelles elles sont venues s'adosser, s'adapter, et se superposer, qui, en un mot, leur ont servi de base. Aussi M. de Saussure, après avoir fait la description et l'énumération de plusieurs de ces couches violemment inclinées ou presque perpendiculaires, rappelle-t-il tous ces faits particuliers à une observation qu'il regarde lui-même comme *générale et importante,* savoir, *que les montagnes secondaires sont d'autant plus irrégulières et plus inclinées qu'elles approchent plus des primitives.*

parties les plus ténues et la poussière flottante de ces débris graniteux ou quartzeux; dès lors ces poudres vitreuses ont été mêlées avec les poudres calcaires, et c'est de là que proviennent originairement les sucs quartzeux ou silicés qui transsudent dans les craies et autres couches calcaires formées par le dépôt des eaux.

Et comme le transport de ces débris du granite, du grès, et des poudres d'argile, s'est long-temps fait dans le fond des mers, conjointement avec celui des détriments des craies, des marbres, et des autres substances calcaires, les unes et les autres ont quelquefois été entraînées, réunies, et consolidées ensemble : c'est de leur mélange que se sont formées les *brèches* et autres pierres mi-parties de calcaire et de vitreux ou argileux; tandis que les fragments de quartz et de granite, unis de même par le ciment des eaux, ont formé des *poudingues* purement vitreux, et que les fragments des marbres et autres pierres de même nature ont formé des brèches purement calcaires.

DU GRÈS.

Le grès, lorsqu'il est pur, est d'une grande dureté, quoiqu'il ne soit composé que des débris du quartz réduits en petits grains qui se sont agglutinés par l'intermède de l'eau; ce grès, comme le quartz, étincelle sous le choc de l'acier : il est également réfractaire

à l'action du feu le plus violent. Les détriments du quartz ne formoient d'abord que des sables qui ont pris corps en se réunissant par leur affinité, et ont ensuite formé les masses solides des grès, dans lesquels on ne voit en effet que ces petits grains quartzeux plus ou moins rapprochés, et quelquefois liés par un ciment de même nature qui en remplit les interstices [1]. Ce ciment a pu être porté dans le grès de deux manières différentes : la première, par les vapeurs qui s'élèvent de l'intérieur de la terre; et la seconde, par la stillation des eaux. Ces deux causes produisent des effets si semblables, qu'il est assez difficile de les distinguer. Nous allons rapporter, à ce sujet, les observations faites récemment par un de nos plus savants académiciens, M. de Lassone, qui a examiné avec attention la plupart des grès de Fontainebleau, et qui s'exprime dans les termes suivants.

« Sur les parois extérieures et découvertes de plusieurs blocs de grès le plus compacte, et presque tou-

1. Par ces mots de ciment ou *gluten*, je n'entends pas, comme l'on fait ordinairement, une matière qui a la propriété particulière de réunir des substances dissemblables, et pour ainsi dire d'une autre nature, en faisant un seul volume de plusieurs corps isolés ou séparés, comme la colle qui s'emploie pour le bois, le mortier pour la pierre, etc. L'habitude de cette acception du mot *ciment* pourroit en imposer ici : je dois donc avertir que je prends ce mot dans un sens plus général, qui ne suppose ni une matière différente de celle de la masse, ni une force attractive particulière, ni même la séparation absolue des parties avant l'interposition du ciment, mais qui consiste dans leur union encore plus intime, par l'accession de molécules de même nature, qui augmentent la densité de la masse, en sorte que la seule condition essentielle qui fera distinguer ce ciment des matières sera le plus souvent la différence des temps où ce ciment y sera survenu, et où elles auront acquis par là leur plus grande solidité.

jours sur les surfaces de ceux dont on a enlevé de grandes et larges pièces en les exploitant, j'ai observé un enduit vitreux très dur : c'est une lame de deux ou trois lignes d'épaisseur, comme une espèce de couverte, naturellement appliquée, intimement inhérente, faisant corps avec le reste de la masse, et formée par une matière atténuée et subtile qui, en se condensant, a pris le caractère pierreux le plus décidé, une consistance semblable à celle du *silex*, et presque à celle de l'agate; cet enduit vitreux n'est pas bien long-temps à se démontrer sur les endroits qu'il revêt. Je l'ai vu établi au bout d'un an sur les surfaces de certains blocs entamés l'année précédente. On découvre et on distingue les nuances et la progression de cette nouvelle formation, et, ce qui est bien remarquable, cette substance vitrée ne paroît et ne se trouve que sur les faces entamées des blocs *encore engagés par leur base* dans la minière sableuse, qui doit être regardée comme leur matrice et le vrai lieu de leur génération. »

Cette observation établit, comme l'on voit, l'existence réelle d'un ciment pierreux, qui même forme, en s'accumulant, un émail silicé d'une épaisseur considérable : mais je dois remarquer que cet émail se produit non seulement sur les blocs encore attachés ou enfouis par leur base, comme le dit M. de Lassone, mais même sur ceux qui en sont séparés; car on m'a fait voir nouvellement quelques morceaux de grès qui étoient revêtus de cet émail sur toutes leurs faces. Voilà donc le ciment quartzeux ou silicé clairement démontré, soit qu'il ait transsudé de l'intérieur de la pierre, soit que l'eau ou les vapeurs aient étendu

cette couche à la superficie de ces morceaux de grès. On en a des exemples tout aussi frappants sur le quartz, dans lequel il se forme de même une matière silicée par la stillation des eaux et par la condensation des vapeurs [1].

1. M. de Gensanne, savant physicien et minéralogiste très expérimenté, que j'ai eu souvent occasion de citer avec éloge, a fait des observations que j'ai déjà indiquées et qui me paroissent ne laisser aucun doute sur cette formation de la matière silicée ou quartzeuse par la seule condensation des vapeurs de la terre. « Étant descendu, dit-il, dans une galerie de mine (de plomb) de Pont-Pean, près de Rennes en Bretagne, dont les travaux étoient abandonnés, je vis au fond de cette galerie toutes les inégalités du roc presque remplies d'une matière très blanche, semblable à de la céruse délayée, que je reconnus être un véritable *guhr* ou *sinter*..... C'est une vapeur condensée qui, en se cristallisant, donne un véritable quartz. » M. de Gensanne voulut reconnoître si cette matière provenoit de la circulation de l'air dans les travaux, ou si elle transpiroit au travers du roc sur lequel elle se formoit; pour cela, il commença par bien laver la surface du rocher avec une éponge pour ôter le *guhr* qui s'y trouvoit. « Ensuite, dit-il, je pris quatre écuelles neuves de terre vernissée, que j'appliquai aux endroits du rocher où j'avois aperçu le plus de *guhr*, et avec de la bonne glaise bien pétrie je les cimentai bien tout alentour, de deux bons pouces d'épaisseur, après quoi je plaçai des travers de bois vis-à-vis mes écuelles, qui formoient presque les quatre angles d'un carré. »

Au bout de huit mois, M. de Gensanne leva une de ces écuelles, et il fut fort surpris de voir que le *guhr* qui s'étoit formé dessous avoit près d'un demi-pouce d'épaisseur, et formoit un rond sur la surface du rocher de la grandeur de l'écuelle; il étoit très blanc et avoit à peu près la consistance du beurre frais ou de la cire molle; il en prit de la grosseur d'une noix, et remit l'écuelle comme auparavant, sans toucher les autres.... Il laissa sécher cette matière à l'ombre : elle prit une consistance grenue et friable, et ressembloit parfaitement à une matière semblable, mais ordinairement tachetée, qu'on trouve dans les filons de différents minéraux, surtout dans ceux de plomb, et à laquelle les mineurs allemands donnent le nom de *leten*. Il y en a quantité dans celui de Pont-Pean, et le minéral y est répandu par grains,

Mais, si nous considérons en général les ciments naturels, il s'en faut bien qu'ils soient toujours et partout les mêmes; il faut d'abord en distinguer de deux sortes : l'un qui paroît homogène avec la matière dont

la plupart cubiques, et souvent accompagnés de grains de pyrite. « Toute la différence que je trouvois, dit M. de Gensanne, entre ma matière et celle du filon, c'est que la matière étoit très blanche, et que celle du filon étoit parsemée de taches violettes et roussâtres; je pris de celle du filon, qui ne contenoit assurément aucun minéral, et la plus blanche que je pus trouver; j'en pris également de la mienne, et fondis poids égal de ces deux matières dans deux creusets séparés et au même feu; elles me parurent également fusibles, et même donnèrent des scories entièrement semblables..... Je soupçonnai dès lors que ces matières étoient absolument les mêmes..... Quatorze mois se passèrent depuis le jour que j'avois visité la première écuelle, jusqu'au temps de mon départ de ces travaux; je fus voir alors mon petit équipage; je trouvai que le *guhr* n'avoit pas sensiblement augmenté sur la partie du roc qui étoit à découvert; et, ayant visité l'écuelle que j'avois visitée précédemment, j'aperçus l'endroit où j'avois enlevé le *guhr* recouvert de la même matière, mais fort mince et très blanche; au lieu que la partie que je n'avois pas touchée, ainsi que toute la matière qui étoit sous les écuelles que je n'avois pas remuées, étoit toute parsemée de taches roussâtres et violettes, et absolument semblables à celles qu'on trouve dans le filon de cette mine, avec cette différence que cette dernière renferme quantité de grains de mine de plomb dispersés dans les taches violettes, et qui n'avoient pas eu le temps de se former dans la première.

» Il résulte, de cette observation, que les *guhrs* se forment par une espèce de transpiration au travers des rochers, même les plus compactes, et qu'ils proviennent de certaines exhalaisons ou vapeurs qui circulent dans l'intérieur de la terre, et qui se condensent et se fixent dans les endroits où la température et les cavités leur permettent de s'accumuler.....

» Cette matière est une véritable vapeur condensée qui se trouve dans une infinité d'endroits, renfermée dans des roches inaccessibles à l'eau. Lorsque le *guhr* est dissous et chassé par l'eau, il se cristallise très facilement et forme un vrai quartz. » (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome II, pages 22 et suiv.)

il remplit les interstices, comme dans les nouveaux quartz et les grès, où il est plus apparent à la surface qu'à l'intérieur; l'autre qu'on peut dire hétérogène, parce qu'il est d'une substance plus ou moins différente de celle dont il remplit les interstices, comme dans les *poudingues* et les brèches : ce dernier ciment est ordinairement moins dur que les grains qu'il réunit. Nous connoissons d'ailleurs plusieurs espèces de ciments naturels, et nous en traiterons dans un article particulier. Ces ciments se mêlent et se combinent quelquefois dans la même matière, et souvent semblent faire le fond des substances solides. Mais ces ciments, de quelque nature qu'ils soient, peuvent avoir, comme nous venons de le dire, une double origine : la première est due aux vapeurs ou exhalaisons qui s'élèvent du fond de la terre au moyen de la chaleur intérieure du globe; la seconde, à l'infiltration des eaux qui détachent avec le temps les parties les plus ténues des masses qu'elles lavent ou pénètrent : elles entraînent donc ces particules détachées, et les déposent dans les interstices des autres matières; elles forment même des concrétions qui sont très dures, telles que les cristaux de roche et autres stalactites du genre vitreux; et cette seconde source des extraits ou ciments pierreux, quoique très abondante, ne l'est peut-être pas autant que la première, qui provient des vapeurs de la terre, parce que cette dernière cause agit à tout instant et dans toute l'étendue des couches extérieures du globe; au lieu que l'autre, étant bornée par des circonstances locales à des effets particuliers, ne peut agir que sur des masses particulières de matière.

On doit se rappeler ici que, dans le temps de la consolidation du globe, toutes les matières s'étant durcies et resserrées en se refroidissant, elles n'auront pu faire retraite sur elles-mêmes sans se séparer et se diviser par des fentes perpendiculaires en plusieurs endroits. Ces fentes, dont quelques unes descendent à plusieurs centaines de toises, sont les grands soupiraux par où s'échappent les vapeurs grossières chargées de parties denses et métalliques. Les émanations plus subtiles, telles que celles du ciment silicé, sont les seules qui s'échappent partout, et qui aient pu pénétrer les masses entières du grès pur : aussi n'entre-t-il que peu ou point de substances métalliques dans leur composition, tandis que les fentes perpendiculaires qui séparent les masses du quartz, des granites, et autres rochers vitreux, sont remplies de métaux et de minéraux produits par les exhalaisons les plus denses, c'est-à-dire par les vapeurs chargées de parties métalliques. Ces émanations minérales, qui étoient très abondantes lors de la grande chaleur de la terre, ne laissent pas de s'élever, mais en moindre quantité, dans son état actuel d'attiédissement : il peut donc se former encore tous les jours des métaux; et ce travail de la nature ne cessera que quand la chaleur intérieure du globe sera si diminuée qu'elle ne pourra plus enlever ces matières pesantes et métalliques. Ainsi le produit de ce travail, déjà petit aujourd'hui, sera peut-être nul dans quelques milliers d'années, tandis que les vapeurs plus subtiles et plus légères, qui n'ont besoin que d'une chaleur très médiocre pour être sublimées, continueront à s'élever et

à revêtir la surface ou même pénétrer l'intérieur des matières qui leur sont analogues.

Lorsque le grès est pur, il ne contient que du quartz réduit en grains plus ou moins menus, et souvent si petits qu'on ne peut les distinguer qu'à la loupe. Les grès impurs sont au contraire mélangés d'autres substances vitreuses ou métalliques [1], et plus souvent encore de matières calcaires; et ces grès impurs sont d'une formation postérieure à celle des grès purs. En général il y a plus de grès mélangés de substance calcaire que de grès simples et purs, et ils sont rarement teints d'autres couleurs métalliques que de celles du fer. On les trouve par collines, par bancs en très grandes masses, quelquefois séparés en très gros blocs isolés, et seulement environnés du sable qui semble leur servir de matrice; et comme ces amas ou couches de sable sont, dans toute leur épaisseur, perméables à l'eau, les grès sont toujours humectés par ces eaux filtrés : l'humidité pénètre et réside dans leurs pores; car tous les grès sont humides au sortir de la carrière, et ce n'est qu'après avoir été exposés pendant quelques années à l'air, qu'ils perdent cette humidité dont ils étoient imbus.

Les grès les plus purs, c'est-à-dire ceux dont le sable qui les compose n'a été ni transporté ni mélangé, sont entassés en gros blocs isolés; mais il y en a beaucoup d'autres qui sont étendus en bancs continus, et même en couches horizontales, à peu près disposées

1. Il y a des grès mêlés de mica, et d'autres en plus grand nombre contiennent de petites masses ferrugineuses très dures, que les ouvriers appellent des *clous*.

comme celles des pierres calcaires. Cette différence de position dans les grandes masses de grès paroît nous indiquer qu'elles ont été formées dans des temps différents, et que la formation des grès qui sont en bancs horizontaux est postérieure à la production de ceux qui se présentent en blocs isolés : car celle-ci ne suppose que la simple agrégation du sable quartzeux dans le lieu même où il s'est trouvé après la vitrification générale, au lieu que la position des autres grès par couches horizontales suppose le transport de ces mêmes sables par le mouvement des eaux; et le mélange des matières étrangères qui se trouvent dans ces grès semble prouver aussi qu'ils sont d'une formation moins ancienne que celle des grès purs.

Si l'on vouloit douter que l'eau pût former le grès par la seule réunion des molécules du quartz, il seroit aisé de le démontrer par la formation du cristal de roche, qui est aussi dur que le grès le plus pur, et qui néanmoins n'est formé que des mêmes molécules par la stillation des eaux; et d'ailleurs on voit un commencement de cette réunion des particules quartzeuses dans la consistance que prend le sable lorsqu'il est mouillé : plus ce sable est sec, et plus il est pulvérulent; et dans les lieux où les sables de grès couvrent la surface du terrain les chemins ne sont jamais plus praticables que quand il a beaucoup plu, parce que l'eau consolide un peu ces sables en rapprochant leurs grains.

Les grès ne se trouvent communément que près des contrées de quartz, de granite, et d'autres matières vitreuses, et rarement au milieu des terres où il y a des marbres, des pierres calcaires, ou des craies :

cependant le grès, quoique voisin quelquefois du granite par sa situation, en diffère trop par sa composition pour qu'on puisse leur appliquer quelque dénomination commune; et plusieurs observateurs sont tombés dans l'erreur en appelant granite du grès à gros grains. La composition de ces deux matières est différente, en ce que, dans ces grès composés des détriments du granite, jamais les molécules du feldspath n'ont repris une cristallisation distincte, ni celles du quartz un empâtement commun avec elles, non plus qu'avec les particules du mica : ces dernières sont comme semées sur les autres, et toute la couche, par sa disposition comme par sa texture, ne montre qu'un amas de sables grossièrement agglutinés par une voie bien différente de la fusion intime des grandes masses vitreuses; et l'on peut encore remarquer que ces grès composés de plusieurs espèces de sables sont généralement plus grossiers, moins compactes, et d'un grain plus gros que le grès pur, qui toujours est plus solide et plus dur, et dont le grain plus fin porte évidemment tous les caractères d'une poudre de quartz.

Le grès pur est donc le produit immédiat des détriments du quartz; et lorsqu'il se trouve réduit en poudre impalpable, cette poudre quartzeuse est si subtile qu'elle pénètre les autres matières solides; et même l'on prétend s'être assuré qu'elle passe à travers le verre. MM. Leblanc et Clozier ayant placé une bouteille de verre vide et bien bouchée dans une carrière de grès des environs d'Étampes, ils s'aperçurent, au bout de quelques mois, qu'il y avoit au dedans de cette bouteille une espèce de poussière qui étoit un

sable très fin de la même nature que la poudre de grès.

Il n'y a peut-être aucune matière vitreuse dont les qualités apparentes varient autant que celles du grès. « On en rencontre de si tendres, dit M. de Lassone, que leurs grains, à peine liés, se séparent aisément par la simple compression, et deviennent pulvérulents; d'autres dont la concrétion est plus ferme, et qui commencent à résister davantage aux coups redoublés des instruments de fer; d'autres enfin dont la masse, plus dure et plus lisse, est comme sonore, et ne se casse que très difficilement; et ces variétés ont plusieurs degrés intermédiaires.

Le grès que les ouvriers appellent *grisar* est si dur et si difficile à travailler, qu'ils le rebutent même pour n'en faire que des pavés, tandis qu'il y a d'autres grès si tendres et si poreux, que l'eau crible aisément à travers leurs masses; ce sont ceux dont on se sert pour faire les pierres à filtrer. Il y en a de si grossiers et de si terreux, qu'au lieu de se durcir à l'air ils s'y décomposent en assez peu de temps. En général les grès les plus purs et les plus durables sont aussi ceux qui ont le grain le plus fin et le tissu le plus serré.

Les grès qu'emploient les paveurs à Paris sont, après le grès grisar, les plus durs de tous. Les grès dont on se sert pour aiguiser ou donner du tranchant au fer et à l'acier sont d'un grain fin, mais moins durs que les premiers, et néanmoins ils jettent de même des étincelles en faisant tourner à sec ces meules de grès contre le fer et l'acier. Le grès de Turquie [1] qu'on

1. M. Valmont de Bomare, dans son ouvrage sur la minéralogie, nous assure qu'il a trouvé un quartier de ce grès de Turquie en France,

appelle *pierre à rasoir*, à laquelle on donne sa qualité en la tenant pendant quelques mois dans l'huile, et qui sert à repasser et à affiler les rasoirs et autres instruments très tranchants, n'a qu'un certain degré de dureté, quoique le grain en soit très fin et la substance très uniforme, et sans mélange d'aucune matière étrangère.

Au reste, le grès pur n'étant composé que des détriments du quartz, il en a toutes les propriétés; il est aussi réfractaire au feu; il résiste de même à l'action de tous les acides, et quelquefois il acquiert le même degré de dureté; enfin le quartz ou le grès réduits en sable servent également de base à tous nos verres factices, et entrent en plus ou moins grande quantité dans leur composition.

Les grès sont assez rarement colorés, et ceux qui ont une nuance de jaune, de rouge, ou de brun, ne doivent cette teinte qu'à l'infiltration de l'eau chargée des molécules ferrugineuses de la terre végétale qui couvre la superficie du terrain où l'on trouve ces grès colorés; la plupart des jaspes sont au contraire très colorés, et semblent avoir reçu leurs couleurs par la sublimation des matières métalliques dès le premier temps de leur formation. Il se peut aussi que quelques grès des plus anciens doivent leur couleur à ces mêmes émanations métalliques; l'une des causes n'exclut pas l'autre, et les effets de toutes deux paroissent constatés par l'observation. « Il n'y a presque point de ces blocs *gréseux* de Fontainebleau, dit M. de

près de Morlaix, dans la province de Bretagne, et je suis d'ailleurs très persuadé que cette espèce de grès n'appartient pas exclusivement à la Turquie, comme son nom semble l'indiquer.

Lassone, où l'on n'aperçoive quelques marques d'un principe ferrugineux. En général ceux dont les grains sableux sont les moins liés sont aussi ceux où le principe ferrugineux est le plus apparent. Les portions les plus externes des blocs, celles par conséquent dont la formation ou la condensation est moins ancienne, ont souvent une teinte jaunâtre de couleur d'ocre ou de rouille de fer, tandis que les couches plus intérieures ne sont nullement colorées. Il semble donc que, dans certains grès, cette teinte disparoisse à mesure que leur densité ou que la concrétion de leurs grains augmente; cependant on remarque des blocs très durs dont la masse entière est pénétrée uniformément de cette couleur ferrugineuse plus ou moins intense : il y en a parmi ceux-ci quelques uns où le principe ferrugineux est si apparent qu'ils ont une teinte rougeâtre très foncée. Le sable, même pulvérulent, et n'ayant encore éprouvé aucune condensation, coloré en plusieurs endroits par les mêmes teintes, semble aussi participer du fer, si l'on en juge simplement par la couleur; mais l'aimant n'en attire aucune parcelle de métal, non plus que du *detritus* des grès rougeâtres. »

Cette observation de M. de Lassone me semble prouver assez que les grès sont colorés par le fer, et plus souvent au moyen de l'infiltration des eaux que par la sublimation des vapeurs souterraines. J'ai vu moi-même dans plusieurs blocs d'un grès très blanc de ces petits nœuds ou clous ferrugineux dont j'ai parlé, et qui sont d'une si grande dureté qu'ils résistoient à la lime. On doit conclure de ces remarques que l'eau a beaucoup plus que le feu travaillé sur le

grès. Ce dernier élément n'a fourni que la première matière, c'est-à-dire le quartz; au lieu que l'eau a porté dans la plupart des grès, non seulement des parties ferrugineuses, mais encore une très grande quantité d'autres matières hétérogènes qui en altèrent la nature ou la forme, en leur donnant une figuration qu'ils ne prendroient pas d'eux-mêmes; ce qu'on ne doit attribuer qu'aux substances hétérogènes dont ils sont mélangés.

On trouve dans quelques sables de grès des morceaux arrondis, isolés, et de différentes grosseurs, les uns entièrement solides et massifs, les autres creux en dedans comme des géodes : mais ce ne sont que des concrétions, des sablons agglutinés par le ciment dont nous avons parlé; ces concrétions se forment dans les petites cavités de la grande masse de sable qui environne les autres blocs de grès, et elles sont de la même nature que ces sables. Mais les grès disposés par bancs ou par couches sont presque tous plus ou moins mêlés d'autres matières : il y a des grès mélangés de terre limoneuse, d'autres sont entremêlés d'argile, et plusieurs autres, qui ne paroissent pas terreux, contiennent une grande quantité de matière calcaire. Tous ces grès ont évidemment été formés dans les sables transportés et déposés par les eaux; et c'est par cette raison qu'on les trouve en couches horizontales, au lieu que les grès purs produits par la seule décomposition du quartz se présentent en blocs irréguliers et tels qu'ils se sont formés dans le lieu même, sans avoir subi ni transport ni mélange : aussi ces grès purs, ne contenant aucune matière calcaire, ne font point effervescence avec les acides, et sont

les seuls qu'on doive regarder comme de vrais grès. Cette distinction est plus importante qu'elle ne le paroît d'abord, et peut nous conduire à l'explication d'un fait reconnu depuis peu. Quelques observateurs ont trouvé plusieurs morceaux de grès à Bourbonne-les-Bains, à Nemours [1], à Fontainebleau, et ailleurs, qui affectoient une figure quadrangulaire, et qui étoient pour ainsi dire cristallisés en rhombes. Or cette espèce de cristallisation ou de figuration n'est pas une des propriétés du grès pur : c'est un effet accidentel qui n'est dû qu'au mélange de la matière calcaire avec celle du grès; car, ayant fait dissoudre par un acide ces morceaux figurés en rhombes, il s'est trouvé qu'ils contenoient au moins un tiers de substance calcaire sur deux tiers de vrai grès, et qu'aucun des grès qui n'étoient que peu ou point mélangés de cette matière calcaire n'a pris cette figure rhomboïdale.

Après avoir considéré les principales matières solides et dures qui se présentent en grandes masses dans le sein ou à la surface de la terre, et qui, comme nous venons de l'exposer, sont ou des verres primitifs ou des agrégats de leurs parties divisées et réduites en grains, nous devons examiner de même les matières en grandes masses qui en tirent leur origine et qui en sont les détriments ultérieurs, telles que les argiles, les schistes, et les ardoises, qui ne diffèrent des sables vitreux que par une plus grande décomposition de leurs parties intégrantes, mais qui, pour le premier fonds de leur substance, sont de même nature.

1. M. Bezout, savant géomètre de l'Académie des Sciences, a reconnu le premier ces grès figurés dans les carrières de Nemours.

DES ARGILES ET DES GLAISES.

L'ARGILE, comme nous venons de l'avancer, doit son origine à la décomposition des matières vitreuses qui, par l'impression des éléments humides, se sont divisées, atténuées, et réduites en terre. Cette vérité est démontrée par les faits. 1° Si l'on examine les cailloux les plus durs, et les autres matières vitreuses exposées depuis long-temps à l'air, on verra que leur surface a blanchi, et que dans cette partie extérieure le caillou s'est ramolli et décomposé, tandis que l'intérieur a conservé sa dureté, sa sécheresse, et sa couleur. Si l'on recueille cette matière blanche en la raclant, et qu'on la détrempe avec de l'eau, l'on verra que c'est une matière qui a déjà pris le caractère d'une terre spongieuse et ductile, et qui approche de la nature de l'argile. 2° Les laves des volcans et de tous nos verres factices, de quelque qualité qu'ils soient, se convertissent en terre argileuse [1]. 3° Nous voyons

1. « Une partie des laves de la solfatare près de Naples est convertie en argile ; il y a des morceaux dont une partie est encore lave, et l'autre partie est changée en argile.... On y voit encore des schorls blancs en forme de grenat, dont quelques uns sont également convertis en argile..... Ce changement des matières vitreuses en argile par l'intermède de l'acide sulfureux (ou vitriolique), qui les a pénétrées, en quelque façon dissoutes, est sans doute un phénomène remarquable et très intéressant pour l'histoire naturelle. » (*Lettres de M. Ferber sur la minéralogie,* page 259.)

M. Ferber ajoute qu'une partie de cette argile est molle comme une

les sables des granites et des grès, les paillettes du mica, et même les jaspes et les cailloux les plus durs, se ramollir, blanchir par l'impression de l'air, et prendre à leur surface tous les caractères de cette terre; et l'argile pénétrée par les pluies, et mêlée avec le limon des rosées et avec les débris des végétaux, devient bientôt une terre féconde.

Tous les micas, toutes les exfoliations du quartz, du jaspe, du feld-spath, et du schorl, tous les détriments des porphyres, des granites et des grès, perdent peu à peu leur sécheresse et leur dureté; ils s'atténuent et se ramollissent par l'humidité, et leurs molécules deviennent à la fin spongieuses et ductiles par la même impression des éléments humides. Cet effet, qui se passe en petit sous nos yeux, nous représente l'ancienne et grande formation des argiles après la première chute des eaux sur la surface du globe : ce nouvel élément saisit alors toutes les poudres des verres primitifs; et c'est dans ce temps que se fit la combinaison qui produisit l'acide universel par l'action du feu dont la terre et l'eau étoient également pénétrées, puisque la terre étoit encore brûlante, et l'eau plus que bouillante.

L'acide se trouve en effet dans toutes les argiles, et

terre, et que l'autre est dure, pierreuse, et assez semblable à une pierre à chaux blanche; c'est vraisemblablement cette fausse apparence qui a fait dire à M. Fougeroux de Bondaroy (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1765) que les pierres de la solfatare étoient calcaires. M. Hamilton a fait la même méprise; mais il paroît certain, dit le savant traducteur des *Lettres de Ferber*, que le plancher de la solfatare et les collines qui l'environnent ne sont composés que de produits volcaniques convertis par les vapeurs du soufre en terre argileuse.

ce premier produit de la combinaison du feu, de la terre, et de l'eau, indique assez clairement le temps de la chute des eaux, et fixe l'époque de ce premier travail; car aucune des antiques matières vitreuses en grandes masses, telles que les quartz, les jaspes, ni même les granites, ne contient l'acide : par conséquent aucune de ces matières antérieures aux argiles n'a été touchée ni travaillée par l'eau, dont le seul contact eût produit l'acide par la combinaison nécessaire de cet élément avec le feu qui embrasoit encore la terre [1].

L'argile seroit donc par elle-même une terre très pure, si, peu de temps après sa formation, elle n'eût été mêlée, par le mouvement des eaux, de tous les débris des productions qu'elles firent bientôt éclore; ensuite, après la retraite des eaux, toutes les argiles dont la surface étoit découverte reçurent le dépôt des

1. Cette origine peut seule expliquer la triple affinité de l'acide avec le feu, la terre, et l'eau, et sa formation par la combinaison de ces trois éléments, l'eau n'ayant pu s'unir à la terre vitreuse sans se joindre en même temps à la portion de feu dont cette terre étoit empreinte; j'observai de plus l'affinité marquée et subsistante entre les matières vitrescibles et l'acide argileux ou vitriolique, qui, de tous les acides, est le seul qui ait quelque prise sur ces substances : on a tenté leur analyse au moyen de cet acide; mais cette analyse ne prouvera rien de plus que la grande analogie établie entre le principe acide et la terre vitrescible, dès le temps où il fut universellement engendré dans cette terre à la première chute des eaux. Ces grandes vues de l'histoire naturelle confirment admirablement les idées de l'illustre Stahl, qui, de la seule force des analogies, et du nombre des combinaisons où il avoit vu l'acide vitriolique se travestir et prendre la forme de presque tous les autres acides, avoit déjà conclu qu'il étoit le principe salin primitif, principal, universel. (*Remarque de M. l'abbé Bexon.*)

poussières de l'air et du limon des pluies. Il n'est donc resté d'argiles pures que celles qui dès lors se trouvoient recouvertes par d'autres couches, qui les ont défendues de ces mélanges étrangers. La plus pure de ces argiles est la blanche ; c'est la seule terre de cette espèce qui ne soit pas mélangée de matières hétérogènes : c'est un simple détriment du sable quartzeux, qui est aussi réfractaire au feu que le quartz même duquel cette argile tire son origine. La belle argile blanche de Limoges, celle de Normandie, dont on fait les pipes à fumer, et quelques autres argiles pures, quoiqu'un peu colorées, et dont on fait les creusets et pots de verrerie, doivent être regardées comme des argiles pures, et sont à peu près également réfractaires à l'action du feu : toutes les autres argiles sont mélangées de diverses matières qui les rendent fusibles et leur donnent des qualités différentes de celles de l'argile pure ; et ce sont ces argiles mélangées auxquelles on doit donner le nom de *glaises*.

La nature a suivi pour la formation des argiles les même procédés que pour celle des grès : les grès les plus purs et les plus blancs sont formés par la simple réunion des sables quartzeux sans mélange, tandis que les grès impurs ont été composés de différentes matières mêlées avec ces sables quartzeux et transportées ensemble par les eaux ; de même les argiles blanches et pures ne sont formées que des détriments ultérieurs des sables du quartz, du grès, et du mica, dont les molécules, très atténuées par l'eau, sont devenues spongieuses et ont pris la nature de cette terre, au lieu que les glaises, c'est-à-dire les argiles impu-

res, sont composées de plusieurs matières hétérogènes que l'eau y a mêlées, et qu'elle a transportées ensemble pour en former les couches immenses qui recouvrent presque partout la masse intérieure du globe. Ces glaises servent aussi de fondement et de base aux couches horizontales des pierres calcaires; et de même qu'on ne trouve que peu de grès purs en comparaison des grès mélangés, on ne trouve aussi que rarement des argiles blanches et pures, au lieu que les glaises ou argiles impures sont universellement répandues.

Pour reconnoître par mes yeux dans quel ordre sont établis les dépôts successifs et les différentes couches de ces glaises, j'ai fait faire une fouille[1] à cin-

1. La ville de Montbard est située, au milieu d'un vallon, sur une montagne isolée de toutes parts, et ce monticule forme, entre les deux chaînes de montagnes qui bornent ce vallon dans sa longueur, deux espèces de gorges : ce fut dans l'une de ces gorges, qui est du côté du midi, qu'au mois d'août 1774 M. de Buffon fit faire une fouille de cinquante pieds de profondeur et de six pieds de large en carré. Le terrain où l'on creusa est inculte de temps immémorial, c'est un espace vague qui sert de pâturage; et quoique ce terrain paroisse à l'œil à peu près au niveau du vallon, il est cependant plus élevé que la rivière qui l'arrose, d'environ trente pieds, et de huit pieds seulement plus qu'un petit étang qui n'est éloigné de cette fouille que de cinquante pas.

Après qu'on eut enlevé le gazon, on trouva une couche de terre brune, d'un pied d'épaisseur, sous laquelle étoit une autre couche de terre grasse, ductile, d'un jaune foncé et rougeâtre presque sans aucun gravier, qui étoit épaisse d'environ trois pieds.

L'argile étoit stratifiée immédiatement sous ces couches limoneuses, et les premiers lits, qui n'avoient que deux ou trois pouces d'épaisseur, étoient formés d'une terre grasse d'un gris bleuâtre, mais marbré d'un jaune foncé, de la couleur de la couche supérieure; ces lits paroissoient exactement horizontaux, et étoient coupés, comme ceux des

quante pieds de profondeur dans le milieu d'un vallon surmonté des deux côtés par des collines de même

carrières, par des fentes perpendiculaires qui étoient si près les unes des autres, qu'il n'y avoit pas entre les plus éloignées un demi-pouce de distance : cette terre étoit très humide et molle ; on y trouva des bélemnites et une très grande quantité de petits *peignes* ou *coquilles de Saint-Jacques*, qui n'avoient guère plus d'épaisseur qu'une feuille de papier, et pas plus de quatre ou cinq lignes de diamètre : ces coquilles étoient cependant toutes très entières et bien conservées, et la plus grande partie étoit adhérente à une matière terreuse qui augmentoit leur épaisseur d'environ une ligne; mais cette croûte terreuse, qui n'étoit qu'à la partie convexe de la coquille, s'en séparoit en se desséchant, et on la distinguoit alors facilement de la vraie coquille. On y trouva encore de petites pétoncles de l'espèce de celles qu'on nomme *cunei*, et ces coquilles étoient placées non pas dans les fentes horizontales des couches, mais entre leurs petites stratifications, et elles étoient toutes à plat et dans une situation parallèle aux couches. Il y avoit aussi dans ces mêmes couches des pyrites vitrioliques ferrugineuses qui étoient aplaties et terminées irrégulièrement, et qui n'étoient point formées intérieurement par des rayons tendant au centre comme elles le sont ordinairement : la coupe de ces terres s'étant ensuite desséchée, les couches limoneuses se séparèrent, par une grande gerçure, des couches argileuses.

A huit pieds de profondeur, on s'aperçut d'une petite source d'eau qui avoit son issue du côté de l'étang dont on a parlé, mais qui disparut le lendemain : on remarqua qu'à cette profondeur les couches commençoient à avoir une plus grande épaisseur, que leur couleur étoit plus brune, et qu'elles n'étoient plus marbrées de jaune intérieurement, comme les premières ; cette couleur ne paroissoit plus qu'à la superficie, et ne pénétroit dans les couches que de l'épaisseur de quelques lignes, et les fentes perpendiculaires étoient plus éloignées les unes des autres. La superficie des couches parut, à cette profondeur, toute parsemée de paillettes brillantes, transparentes, et séléniteuses; ces paillettes, à la chaleur du soleil, devenoient presque dans l'instant blanches et opaques. Ces couches contenoient les mêmes espèces de coquillages que les précédentes, et à peu près dans la même quantité. On y trouva aussi un grand nombre de racines d'arbres aplaties et pourries, dans lesquelles les fibres ligneuses étoient encore très apparentes, quoiqu'il n'y ait point actuellement d'arbres dans ce ter

glaise, couronnées de rochers calcaires jusqu'à trois cent cinquante ou quatre cents pieds de hauteur, et

rain, et jusque là on n'aperçut, dans ces couches, ni sable, ni gravier, ni aucune sorte de terre.

Depuis huit pieds jusqu'à douze, les couches d'argile se trouvèrent encore un peu plus brunes, plus épaisses, et plus dures. Outre les coquilles des couches supérieures dont on a parlé, il y avoit une grande quantité de petites pétoncles à stries demi-circulaires, que les naturalistes nomment *fasciati*, dont les plus grandes n'avoient qu'un pouce de diamètre, et qui étoient parfaitement conservées entre ces couches; et à dix pieds de profondeur, on trouva un lit de pierre très mince, coupé par un grand nombre de fentes perpendiculaires; et cette pierre, semblable à la plupart des pierres argileuses, étoit brune, dure, aigre, et d'un grain très fin.

A la profondeur de douze pieds jusqu'à seize, l'argile étoit à peu près de la même qualité; mais il y avoit plus d'humidité dans les fentes horizontales, et la superficie étoit hérissée de petits grains un peu allongés, brillants, et transparents, qui, dans un certain sens, s'exfolioient comme le gypse, et qui, vus à la loupe, paroissoient avoir six faces, comme les aiguilles de cristal de roche, mais dont les extrémités étoient coupées obliquement et dans le même sens. Après avoir lavé une certaine quantité de ces concrétions et leur avoir fait éprouver une chaleur modérée, elles devinrent très blanches; broyées et détrempées dans l'eau, elles se durcirent promptement comme le plâtre, et on reconnut évidemment que cette matière étoit de véritable pierre spéculaire, le germe, pour ainsi dire, de la pierre à plâtre. Comme j'examinois un jour les différentes matières qu'on tiroit de cette fouille, un troupeau de cochons que le pâtre ramenoit de la campagne passa près de là, et je ne fus pas peu surpris de voir tout à coup ces animaux se jeter brusquement sur la terre de cette fouille la plus nouvellement tirée et la plus molle, et la dévorer avec avidité; ce qui arriva encore en ma présence plusieurs fois de suite. Outre les coquillages des premières couches, celle-ci contenoit des limas de mer lisses, d'autres limas hérissés de petits tubercules, des tellines, des cornes d'ammon de la plus petite espèce, et quelques autres plus grandes qui avoient environ quatre pouces de diamètre: elles étoient toutes extrêmement minces et aplaties, et cependant très entières, malgré leur extrême délicatesse. Il y avoit surtout une grande quantité de bélemnites, toutes conoïdes, dont les plus grandes

j'ai prié un de nos bons observateurs en ce genre de tenir registre exact de ce que cette fouille présente-

avoient jusqu'à sept et huit pouces de longueur; elles étoient pointues comme un dard à l'une des extrémités, et l'extrémité opposée à leur base étoit terminée irrégulièrement et aplatie comme si elle eût été écrasée; elles étoient brunes au dehors et au dedans, et formées d'une matière disposée intérieurement en forme de stries transversales ou rayons qui se réunissoient à l'axe de la bélemnite. Cet axe étoit dans toutes un peu excentrique, et marqué, d'une extrémité à l'autre, par une ligne blanche presque imperceptible; et lorsque la bélemnite étoit d'une certaine grosseur, la base renfermoit un petit cône plus ou moins long, composé d'alvéoles en forme de plateaux, emboîtés les uns dans les autres comme les nautiles, au sommet duquel se terminoit alors la ligne blanche : ce petit cône étoit revêtu, dans toute sa longueur, d'une pellicule crustacée, jaunâtre, et très mince, quoique formée de plusieurs petites couches, et le corps de la bélemnite, disposé en rayons qui recouvroient le tout, devenoit d'autant plus mince que le petit cône acquéroit un plus grand diamètre. Telles étoient à peu près les bélemnites que l'on trouva éparses dans la terre que l'on avoit tirée de la fouille; ce qui est commun à toutes celles de cette espèce.

Pour savoir dans quelle situation ces bélemnites étoient placées dans les couches de la terre, on en délita plusieurs morceaux avec précaution, et on reconnut qu'elles étoient toutes couchées à plat et parallèlement aux différents lits ; mais ce qui nous surprit, et ce qui n'a pas encore été observé, c'est qu'on s'aperçut alors que l'extrémité de la base de toutes ces bélemnites étoit toujours adhérente à une sorte d'appendice de couleur jaunâtre, d'une substance semblable à celle des coquilles, et qui avoit la forme de la partie évasée d'un entonnoir qui auroit été aplatie, dont plusieurs avoient près de deux pouces de longueur, un pouce de largeur à la partie supérieure, et environ six lignes à l'endroit où ils étoient adhérents à la base de la bélemnite: et en examinant de près ce prolongement testacé ou crustacé, qui est si fragile, qu'on ne peut presque le toucher sans le rompre, je remarquai que cette partie de la bélemnite qu'on n'a pas jusqu'ici connue n'est autre chose que la continuation de la coquille mince ou du tèt qui couvre le petit cône chambré dont j'ai parlé ; en sorte qu'on peut dire que toutes les bélemnites qui sont actuellement dans les cabinets d'histoire naturelle ne sont point entières, et que ce que l'on en connoît n'est

roit. Il a eu la bonté de le faire avec la plus grande attention, comme on peut le voir par la note qu'il

en quelque façon que l'étui ou l'enveloppe d'une partie de la coquille ou du têt qui renfermoit autrefois l'animal.

Jusqu'à présent les auteurs n'ont pu se concilier sur la nature des bélemnites : les uns, tels que Woodwards (*Histoire naturelle de la terre*), les ont regardées comme une matière minérale du genre des talcs; M. Bourguet (*Lettres philosophiques*) a prétendu qu'elles n'étoient autre chose que des dents de ces poissons qu'on nomme *souffleurs*, et d'autres les ont prises pour des cornes d'animaux pétrifiées; mais la vraie forme de la bélemnite mieux connue, et surtout cette partie crustacée qui est à sa base lorsqu'elle est entière, pourront peut-être contribuer à fixer les doutes des naturalistes, et à la faire mettre au rang des crustacés ou des coquilles fossiles; ce qui me paroît d'autant plus évident qu'elle est calcinable dans toutes ses parties, comme le têt des oursins et des coquilles, et au même degré de feu.

Depuis seize pieds jusqu'à vingt, les lits d'argile avoient jusqu'à dix pouces d'épaisseur; ils étoient beaucoup plus durs que les précédents, d'une couleur encore plus brune, et toujours coupés par des fentes perpendiculaires, mais plus éloignées les unes des autres que dans les lits supérieurs : leur superficie étoit d'un jaune couleur de rouille qui ne pénétroit pas ordinairement dans l'intérieur des couches; mais, lorsque les stillations des eaux avoient pu y introduire cette terre jaune qui avoit coloré leur superficie, on trouvoit souvent, entre leurs stratifications, des espèces de concrétions pyriteuses plates, rondes, d'un jaune brun, d'environ un pouce ou un pouce et demi de diamètre, et qui n'avoient pas un quart de pouce d'épaisseur : ces sortes de pyrites étoient placées dans les couches, sur la même ligne, à un pouce ou deux de distance, et se communiquent par un cordon cylindrique de même matière, un peu aplati, et de deux à trois lignes d'épaisseur.

A cette profondeur, on continua de trouver, entre les couches, du gypse ou pierre spéculaire, dont les grains étoient plus gros, plus transparents, et plus réguliers; il s'en trouva même des morceaux de la longueur d'un écu, qui étoient formés par des rayons tendant au centre. On commença aussi à apercevoir entre ces couches et dans leurs fentes perpendiculaires quelques concrétions de charbon de terre ou plutôt de véritable jayet, sous la forme de petites lames minces, dures, cassantes, très noires, et très luisantes; ces couches contenoient encore à peu près les mêmes espèces de coquilles que les

m'en a rèmise, et qui suffira pour donner une idée de la disposition des différents lits de glaise et de la

couches supérieures, et on trouva de plus dans celles-ci quantité de petites pinnes et de petits buccins. A la profondeur de seize pieds, l'eau se répandit dans la fouille, et elle paroissoit sortir de toute sa circonférence par de petites sources qui fournissoient dix à onze pouces d'eau pendant la nuit.

A vingt pieds, même quantité d'argile, dont les couches avoient augmenté encore en épaisseur et en dureté, et dont la couleur étoit plus foncée : elles contenoient les mêmes espèces de coquilles, et toujours des concrétions de plâtre.

A vingt-quatre pieds, mêmes matières, sans aucun changement apparent; on trouva à cette profondeur une pinne de près d'un pied de longueur. A vingt-huit pieds, la terre étoit presque aussi dure que la pierre, et on n'aperçut presque plus de gypse ou pierre spéculaire; on en trouva cependant encore un morceau de la longueur de la main : ces couches contenoient une grande quantité de coquilles fossiles, et surtout différentes espèces de cornes d'ammon dont les plus grandes avoient près d'un pied de diamètre.

De vingt-huit pieds à trente-six, mêmes matières et de même qualité : à cette profondeur, on trouva un lit de pierres argileuses très bonnes et de la couleur des couches terreuses, dans lesquelles on cessa absolument d'apercevoir du gypse; il y en avoit cependant encore quelques veines dans l'intérieur de cette pierre, mais qui n'avoient plus la transparence de la sélénite ou pierre spéculaire. Cette pierre contenoit aussi d'autres petites veines de charbon de terre; il s'en sépara même, en la cassant, quelques morceaux de la grandeur d'environ cinq ou six pouces en carré, et d'un doigt d'épaisseur, parmi lesquels il y en avoit plusieurs qui étoient traversés de quelques filets d'un jaune brillant. Ce lit de pierre avoit trois ou quatre pouces d'épaisseur; il couvroit toute la fouille, et étoit coupé, comme les couches terreuses, par des fentes perpendiculaires : la terre qui étoit dessous, dans l'espace de quelques pieds de profondeur, étoit un peu moins brune que celle des couches précédentes, et on y apercevoit quelques veines jaunâtres. On trouva ensuite un autre lit de la même espèce de pierre sous lequel l'argile étoit très noire, très dure, et remplie de coquilles comme les couches supérieures : plusieurs de ces coquilles étoient revêtues, d'un côté, par une incrustation terreuse, disposée par rayons ou filets brillants, et les coquilles elles-mêmes

nature des matières qui s'y trouvent mêlées, ainsi que des concrétions qui se forment entre les couches

brilloient d'une belle couleur d'or, surtout les bélemnites, qui étoient aussi la plupart bronzées, particulièrement d'un côté. Cette couleur métallique, que les naturalistes ont nommée *armature*, est produite, à mon avis, sur la superficie des coquilles fossiles, par des sucs pyriteux dont les stillations des eaux se trouvent chargées, et l'acide vitriolique ou alumineux qui entre toujours dans la composition des pyrites y fixe la terre métallique qui sert de base à ces concrétions, comme l'alun, dans les teintures, attache la matière collante sur les étoffes, de sorte que la dissolution d'une pyrite ferrugineuse communique une couleur de rouille, ou quelquefois de fer poli, aux matières qui en sont imprégnées; une pyrite cuivreuse, en se décomposant, teint en jaune brillant et couleur d'or la surface de ces mêmes matières, et la couleur des tales dorés peut être attribuée à la même cause.

On n'aperçut plus, dans la suite, ni plâtre ni charbon de terre: l'eau continuoit toujours à se répandre; et l'ouvrage ayant été discontinué pendant huit jours, la fouille étant alors profonde de trente-six pieds, elle s'éleva à la hauteur de dix, et lorsqu'on l'eut épuisée pour continuer le travail, les ouvriers en trouvoient le matin un peu plus d'un pied, qui tomboit pendant la nuit au fond de la fouille, de différentes petites sources.

A quarante pieds de profondeur, on trouva une couche de terre d'environ un pied d'épaisseur, à peu près de la couleur des couches précédentes, mais beaucoup moins dure, sur laquelle, au premier coup d'œil, on croyoit apercevoir une infinité d'impressions de feuilles de plantes du genre des capillaires, qui paroissoient former sur cette terre une espèce de broderie d'une couleur moins brune que celle du fond de la couche, dont toutes les feuilles ou petites stratifications portoient de pareilles impressions, en quelque nombre de lames qu'on les divisât; mais, en examinant avec attention cette espèce de schiste, il me parut que ce que je prenois d'abord pour des impressions de feuilles de plantes n'étoit qu'une sorte de végétation minérale qui n'avoit pas la régularité que laisse l'impression des plantes sur les terres molles; cette matière s'enflammoit dans le feu, et exhaloit une odeur bitumineuse très pénétrante : aussi la regarde-t-on ordinairement comme une annonce de la mine de charbon de terre.

De quarante à cinquante pieds, on ne trouva plus de cette sorte de terre, mais une argile noire beaucoup plus dure encore que celle des

ou dans les fentes perpendiculaires qui en divisent la masse.

On voit que je n'admets ici que deux sortes d'argiles, l'une pure, l'autre impure, à laquelle j'applique spécialement le nom de *glaise*, pour qu'on ne puisse la confondre avec la première ; de même qu'il faut distinguer les argiles simples et pures des glaises ou argiles mélangées, l'on ne doit pas confondre, comme on l'a fait souvent, l'argile blanche avec la marne, qui en diffère essentiellement, en ce qu'elle est toujours plus ou moins mélangée de matière calcaire, ce qui la rend plus ou moins susceptible de calcination et d'effervescence avec les acides ; au lieu que l'argile blanche résiste à leur action, et que, loin de se calciner, elle se durcit au feu. Au reste, il ne faut pas prendre dans un sens absolu la distinction que je fais ici de l'argile pure et de la glaise ou argile impure : car, dans la réalité, il n'y a aucune argile qui soit absolument pure, c'est-à-dire parfaitement uniforme et homogène dans toutes ses parties. L'argile la plus ductile et qui paroît la plus simple est encore mêlée de particules quartzeuses ou d'autres sables vitreux qui n'ont pas subi toutes les altérations qu'ils doivent

lits supérieurs, qu'on ne pouvoit arracher qu'à l'aide des coins et de la masse, et qui se levoit en très grandes lames : cette terre contenoit beaucoup moins de coquilles que les autres couches, et, malgré sa grande dureté, elle s'amollissoit assez promptement à l'air, et s'exfolioit comme l'ardoise pourrie. En ayant mis un morceau dans le feu, elle y pétilla jusqu'à ce qu'elle eût été réduite en poussière, et elle exhala une odeur bitumineuse très forte ; mais elle ne produisit cependant qu'une flamme très foible. A cette profondeur, on cessa de creuser, et l'eau s'éleva peu à peu à la hauteur de trente pieds. (*Mémoire rédigé par M. Nadault.*)

éprouver pour se convertir en argile. Ainsi la plus pure des argiles sera seulement celle qui contiendra le moins de ces sables; mais, comme la substance de l'argile et celle de ces sables vitreux est au fond la même, on doit distinguer, comme nous le faisons ici, ces argiles dont la substance est simple, de toutes les glaises qui toujours sont mêlées de matières étrangères. Ainsi, toutes les fois qu'une argile ne sera mêlée que d'une petite quantité de particules de quartz, de jaspe, de feld-spath, de schorl, et de mica, on peut la regarder comme pure, parce qu'elle ne contient que des matières qui sont de sa même essence; et au contraire toutes les argiles mêlées de matières d'essence différente, telles que les substances calcaires, pyriteuses, et métalliques, seront des glaises ou argiles impures.

On trouve les argiles pures dans les lieux dont le fond du terrain est de sable vitreux, de quartz, de grès, etc. On trouve aussi de cette argile en petite quantité dans quelques glaises : mais l'origine des argiles blanches qui gisent en grandes masses ou en couches doit être attribuée à la décomposition immédiate des sables quartzeux; au lieu que les petites masses de cette argile qu'on trouve dans la glaise ne sont que des sécrétions de ces mêmes sables décomposés, qui étoient contenus et mêlés avec les autres matières dans cette glaise, et qui s'en sont séparés par la filtration des eaux.

Il n'y a point de coquilles ni d'autres productions marines dans les masses d'argile blanche, tandis que toutes les couches de glaise en contiennent en grande quantité; ce qui nous démontre encore pour les ar-

giles les mêmes procédés de formation que pour les grès. L'argile et le grès pur ont donc également été formés par la simple agrégation ou par la décomposition des sables quartzeux, tandis que les grès impurs et les glaises ont été composés de matières mélangées, transportées et déposées par le mouvement des eaux.

Et ce qui prouve encore que l'argile blanche est une terre dont l'essence est simple, et que la glaise est une terre mélangée de matières d'essence différente, c'est que la première résiste à tous nos feux, sans éprouver aucune altération, et même sans prendre de la couleur; au lieu que toutes les glaises deviennent rouges par l'impression d'un premier feu, et peuvent se fondre dans nos fourneaux; de plus, les glaises se trouvent également dans les terrains calcaires et dans les terrains vitreux, au lieu que les argiles pures ne se rencontrent qu'avec les matières vitreuses : elles sont donc formées de leurs détriments sans autre mélange, et il paroît qu'elles n'ont pas été transportées par les eaux, mais produites dans la place même où elles se trouvent, au lieu que toutes les glaises ont subi les altérations que le mélange et le transport n'ont pu manquer d'occasioner.

De la même manière qu'il ne faut pas confondre la marne ni la craie avec l'argile blanche, on ne doit pas prendre pour des glaises les terres limoneuses, qui, quoique grasses et ductiles, ont une autre origine et des qualités différentes de la glaise : car ces terres limoneuses proviennent de la couche universelle de la terre végétale qui s'est formée des résidus ultérieurs des animaux et des végétaux; leurs détriments se con-

vertissent d'abord en terreau ou terre de jardin, et ensuite en limon aussi ductile que l'argile : mais cette terre limoneuse se boursoufle au feu, au lieu que l'argile s'y resserre; et, de plus, cette terre limoneuse fond bien plus aisément que la glaise même la plus impure.

Il est évident, par le grand nombre de coquilles et autres productions marines qui se trouvent dans toutes les glaises, qu'elles ont été transportées avec les dépouilles des animaux marins, et qu'elles ont été déposées et stratifiées ensemble par couches horizontales dans presque tous les lieux de la terre par les eaux de la mer; leurs couleurs indiquent aussi qu'elles sont imprégnées de parties minérales, et particulièrement de fer, qui paroît leur donner toutes leurs différentes couleurs. D'ailleurs on trouve presque toujours entre les lits de glaises des pyrites martiales, dont les parties constituantes ont été entraînées de la couche de terre végétale par l'infiltration des eaux, et se sont réunies sous cette forme de pyrites entre les lits de ces argiles impures.

Le fer en plus ou moins grande quantité donne toutes les couleurs aux terres qu'il pénètre. La plus noire de toutes les argiles est celle qu'on a improprement appelée *creta nigra fabrilis*, et que les ouvriers connoissent sous le nom de *pierre noire* : elle contient plus de parties ferrugineuses qu'aucune autre argile; et la teinte rouge ou rougeâtre qu'elle prend, ainsi que toutes les glaises, à un certain degré de feu, achève de démontrer que le fer est le principe de leurs différentes couleurs.

Toutes les glaises se durcissent au feu, et peuvent

y acquérir une si grande dureté qu'elles étincellent par le choc de l'acier; dans cet état elles sont plus voisines de celui de la liquéfaction, car on peut les fondre et les vitrifier d'autant plus aisément qu'elles sont plus recuites au feu. Leur densité augmente à mesure qu'elles éprouvent une chaleur plus grande; et lorsqu'on les a bien fait sécher au soleil, elles ne perdent ensuite que très peu de leur poids spécifique, au feu même le plus violent. On a observé, en réduisant en poudre une masse d'argile cuite, que ses molécules avoient perdu leur qualité spongieuse, et qu'elles ne peuvent reprendre leur première ductilité.

Les hommes ont très anciennement employé l'argile cuite en briques plates pour bâtir, et en vaisseaux creux pour contenir l'eau et les autres liqueurs; et il paroît, par la comparaison des édifices antiques, que l'usage de l'argile cuite a précédé celui des pierres calcaires ou des matières vitreuses, qui, demandant plus de temps et de travail pour être mises en œuvre, n'auront été employées que plus tard et moins généralement que l'argile et la glaise, qui se trouvent partout, et qui se prêtent à tout ce qu'on veut en faire.

La glaise forme l'enveloppe de la masse entière du globe; les premiers lits se trouvent immédiatement sous la couche de terre végétale, comme sous les bancs calcaires auxquels elle sert de base : c'est sur cette terre ferme et compacte que se rassemblent tous les filets d'eau qui descendent par les fentes des rochers, ou qui se filtrent à travers la terre végétale. Les couches de glaise comprimées par le poids des

couches supérieures, et étant elles-mêmes d'une grande épaisseur, deviennent impénétrables à l'eau, qui ne peut qu'humecter leur première surface : toutes les eaux qui arrivent à cette couche argileuse, ne pouvant la pénétrer, suivent la première pente qui se présente, et sortent en forme de sources entre le dernier banc des rochers et le premier lit de glaise. Toutes les fontaines proviennent des eaux pluviales infiltrées et rassemblées sur la glaise; et j'ai souvent observé que l'humidité retenue par cette terre est infiniment favorable à la végétation. Dans les étés les plus secs, comme celui de cette année 1778, les plantes agrestes, et surtout les arbres, avoient perdu presque toutes leurs feuilles dès les premiers jours de septembre, dans toutes les contrées dont les terrains sont de sable, de craie, de tuf, ou de ces matières mélangées, tandis que, dans les pays dont le fond est de glaise, ils ont conservé leur verdure et leurs feuilles. Il n'est pas même nécessaire que la glaise soit immédiatement sous la terre végétale pour qu'elle puisse produire ce bon effet; car, dans mon jardin, dont la terre végétale n'a que trois ou quatre pieds de profondeur, et se trouve posée sur un plateau de pierre calcaire de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, les charmilles élevées de vingt pieds, et les arbres hauts de quarante, étoient aussi verts que ceux du vallon après deux mois de sécheresse, parce que ces rochers de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, portant sur la glaise, en laissent passer par leurs fentes perpendiculaires les émanations humides qui rafraîchissent continuellement la terre végétale où ces arbres sont plantés.

La glaise retient donc constamment à sa superficie

une partie des eaux infiltrées dans les terres supérieures ou tombées par les fentes des rochers, et ce n'est que du superflu de ces eaux que se forment les sources et les fontaines qui sourdent au pied des collines. Toute l'eau que la glaise peut admettre dans sa propre substance, toute celle qui peut descendre des couches supérieures aux couches inférieures par les petites fentes qui les divisent perpendiculairement sont retenues et contenues en stagnation presque sans mouvement entre les différents lits de cette glaise; et c'est dans cet état de repos que l'eau donne naissance aux productions hétérogènes qu'on trouve dans la glaise, et que nous devons indiquer ici.

1° Comme il y a dans toutes les argiles transportées et déposées par les eaux de la mer un très grand nombre de coquilles, telles que cornes d'ammon, bélemnites, et plusieurs autres dépouilles des animaux testacés et crustacés, l'eau les décompose et même les dissout peu à peu; elle se charge de ces molécules dissoutes, les entraîne, et les dépose dans les petits vides ou cavités qu'elle rencontre entre les lits d'argile : ce dépôt de matière calcaire devient bientôt une pierre plus ou moins solide, ordinairement plate et en petit volume. Cette pierre, quoique formée de substance calcaire, ne contient jamais de coquilles, parce qu'elle n'est composée que de leurs détriments, trop divisés pour qu'on puisse reconnoître les vestiges de leur forme. D'ailleurs les eaux pluviales, en s'infiltrant dans les rochers calcaires et dans les terres qui surmontent les glaises, entraînent un sable de la même nature que ces rochers ou ces terres; et ce sablon calcaire, en se mêlant avec l'argile délayée

par l'eau, forme souvent des pierres mi-parties de ces deux substances : on reconnoît ces pierres *argilo-calcaires* à leur couleur, qui est ordinairement bleue, brune ou noire ; et comme elles se forment entre les lits de la glaise, elles sont plates et n'ont guère qu'un pouce ou deux d'épaisseur : elles ne sont séparées les unes des autres que par de petites fentes verticales, et elles forment une couche mince et horizontale entre les lits de glaise. Ces pierres mixtes sont presque toujours plus dures que les pierres calcaires pures : elles se calcinent plus difficilement et résistent à l'action des acides, d'autant plus qu'elles contiennent moins de matières calcaires.

2° L'on trouve aussi de petites couches de plâtre entre les lits de glaise. Or le plâtre n'est qu'une matière calcaire pénétrée d'acides ; et comme il y a dans toutes les glaises, indépendamment des coquilles, une quantité plus ou moins grande de sable calcaire infiltrée par les eaux, et qu'en même temps on ne peut douter que l'acide n'y soit aussi très abondamment répandu, puisqu'on trouve communément des pyrites martiales dans ces mêmes glaises, il paroît clair que c'est par la réunion de la matière calcaire à l'acide que se produisent les premières molécules gypseuses, qui, étant ensuite entraînées et déposées par la stillation des eaux, forment ces petites couches de plâtre qui se trouvent entre les lits des glaises.

3° Les pyrites qu'on trouve dans ces glaises sont ordinairement en forme aplatie et toutes séparées les unes des autres, quoique disposées sur un même niveau entre les lits de glaise ; et comme ces pyrites sont composées de la matière du feu fixe, de terre ferru-

gineuse, et d'acide, elles démontrent dans les glaises non seulement la présence de l'acide, mais encore celle du fer : et en effet les eaux, en s'infiltrant, entraînent les molécules de la terre limoneuse qui contient la matière du feu fixe, ainsi que celle du fer; et ces molécules saisies par l'acide ont produit des pyrites dont l'établissement s'est fait de la même manière que celui des petites couches de plâtre ou de pierre calcaire entre les lits de glaise : la seule différence est que ces dernières matières sont en petites couches continues et d'égale épaisseur, au lieu que les pyrites sont pelotonnées sur un centre, ou aplaties en forme de galets, et qu'elles n'ont entre elles ni continuité ni contiguité que par un petit cordon de matière pyriteuse, qui souvent communique d'une pyrite à l'autre.

4° L'on trouve aussi dans les glaises de petites masses de charbon de terre et de jayet, et de plus il me paroît qu'elles contiennent une matière grasse qui les rend imperméables à l'eau[1]. Or ces matières huileuses ou bitumineuses, ainsi que le jayet et le charbon de terre, ne proviennent que des détriments des animaux et des végétaux, et ne se trouvent dans la glaise que parce que originairement, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux de la mer, ces eaux étoient mêlées de terres limoneuses, et déjà fortement imprégnées des huiles végétales et animales pro-

1. C'est probablement par l'affinité de son huile avec les autres huiles ou graisses que la glaise peut s'en imbiber et les enlever sur les étoffes; c'est cette huile qui la rend pétrissable et douce au toucher; et lorsque cette huile se trouve mêlée avec des sels, elle forme une terre savonneuse telle que la terre à foulon.

duites par la pourriture et la décomposition des êtres organisés : aussi plus on descend dans la glaise, plus les couches paroissent être bitumineuses; et ces couches inférieures de la glaise se sont formées en même temps que les couches de charbon de terre, toutes ont été établies par le mouvement et par les sédiments des eaux qui ont transporté et mêlé les glaises avec les débris des coquilles et les détriments des végétaux.

5° Les glaises ont communément une couleur grise, bleue, brune ou noire, qui devient d'autant plus foncée, qu'on descend plus profondément : elles exhalent en même temps une odeur bitumineuse; et lorsqu'on les cuit au feu, elles répandent au loin l'odeur de l'acide vitriolique. Ces indices prouvent encore qu'elles doivent leur couleur au fer, et que les couches inférieures recevant les égouts des couches supérieures, la teinture du fer y est plus forte et la quantité des acides plus grande : aussi cette glaise des couches les plus basses est-elle non seulement plus brune ou plus noire, mais encore plus compacte, au point de devenir presque aussi dure que la pierre. Dans cet état, la glaise prend les noms de *schiste* et d'*ardoise;* et quoique ces deux matières ne soient vraiment que des argiles durcies, comme elles en ont dépouillé la ductilité, qu'elles semblent aussi avoir acquis de nouvelles qualités, nous avons cru devoir les séparer des argiles et des glaises, et en traiter dans l'article suivant.

DES SCHISTES ET DE L'ARDOISE.

L'ARGILE diffère des schistes et de l'ardoise, en ce que ses molécules sont spongieuses et molles; au lieu que les molécules de l'ardoise ou du schiste ont perdu cette mollesse et cette texture spongieuse qui fait que l'argile peut s'imbiber d'eau. Le desséchement seul de l'argile peut produire cet effet, surtout si elle a été exposée à une longue et forte chaleur, puisque nous avons vu ci-devant qu'en réduisant cette argile cuite en poudre, on ne peut plus en faire une pâte ductile; mais il me paroît aussi que deux mélanges ont pu contribuer à diminuer cette mollesse naturelle de l'argile et à la convertir en schiste et en ardoise : le premier de ces mélanges est celui du *mica*, le second celui du *bitume;* car toutes les ardoises et les schistes sont plus ou moins parsemés ou pétris de mica, et contiennent aussi une certaine quantité de bitume plus grande que dans les ardoises, moindre dans la plupart des schistes, et rendue sensible dans tous deux par la combustion.

Ce mélange de mica et cette teinture de bitume nous montrent la production des schistes et des ardoises comme une formation secondaire dans les argiles, et même en fixent l'époque par deux circonstances remarquables. La première est celle du mica disséminé, qui prouve que dès lors les eaux avoient enlevé

des particules de la surface des roches vitreuses primitives, et surtout des granites, dont elles transportoient les débris; car, dans les argiles pures, il ne se trouve pas de mica, ou du moins il y a changé de nature par le travail intime de l'eau sur les poudres vitrescibles dont a résulté la terre argileuse. La seconde circonstance est celle du bitume dont les ardoises se trouvent plus ou moins imprégnées, ce qui, joint aux empreintes d'animaux et de végétaux sur ces matières, prouve démonstrativement que leur formation est postérieure à l'établissement de la nature vivante dont elles contiennent les débris.

La position des grandes couches, des schistes, et des lits feuilletés des ardoises, mérite encore une attention particulière : les lits de l'ardoise n'ont pas régulièrement une position horizontale; ils sont souvent fort inclinés comme ceux des charbons de terre[1]; analogie que l'on doit réunir à celle de la présence du bitume dans les ardoises : leurs feuillets se délitent suivant le plan de cette inclinaison; ce qui prouve que les lits ont été déposés suivant la pente du terrain, et que les feuillets se sont formés par le dessèchement et la retraite de la matière, suivant des lignes plus ou moins approchantes de la perpendiculaire.

Les couches des schistes, infiniment plus considérables et plus communes que les lits d'ardoise[2], sont

1. Dans les ardoisières d'Angers, les lits sont presque perpendiculaires : ils sont aussi fort inclinés à Mézières, près de Charleville; à *Lavagna*, dans l'état de Gênes : cependant, en Bretagne, les ardoises sont par lits horizontaux, comme les couches de l'argile.

2. On n'a que deux ou trois bonnes carrières d'ardoise en France; on n'en connoît qu'une ou deux en Angleterre, et une seule en Italie, à *Lavagna*, dans les états de Gênes : cette ardoise, quoique noire, est

généralement adossées aux flancs des montagnes primitives, et descendent avec elles pour s'enfouir dans les vallons et souvent reparoître au delà en se relevant sur la montagne opposée.

Après le quartz et le granite, le schiste est la plus abondante des matières solides du genre vitreux. Il forme des collines et enveloppe souvent les noyaux des montagnes jusqu'à une grande hauteur. La plupart des monts les plus élevés n'offrent à leur sommet que des quartz ou des granites; et ensuite, sur leurs pentes et dans leurs contours, ces mêmes quartz et granites, qui composent le noyau de la montagne, sont environnés d'une grande épaisseur de schiste, dont les couches qui couvrent la base de la montagne se trouvent quelquefois mêlées de quartz et de granites détachés du sommet.

On peut réduire tous les différents schistes à quatre variétés générales : la première, des schistes simples qui ne sont que des argiles plus ou moins durcies, et qui ne contiennent que très peu de bitume et de mica; la seconde, des schistes qui, comme l'ardoise, sont mêlés de beaucoup de mica et d'une assez grande quantité de bitume pour en exhaler l'odeur au feu; la troisième, des schistes où le bitume est en telle abondance, qu'ils brûlent à peu près comme les charbons de terre de mauvaise qualité; et enfin les schistes pyriteux, qui sont les plus durs de tous dans leur carrière, mais qui se décomposent dès qu'ils en sont

très bonne; toutes les maisons de Gênes en sont couvertes, et l'on en revêt l'intérieur des citernes, dans lesquelles on conserve l'huile d'olive à Lucques et ailleurs : l'huile s'y conserve mieux que dans les citernes de plomb ou enduites de plâtre.

tirés, et s'effleurissent à l'air et par l'humidité. Ces schistes mêlés et pénétrés de matière pyriteuse ne sont pas si communs que les schistes imprégnés de bitume; néanmoins on en trouve des couches et des bancs très considérables en quelques endroits. Nous verrons dans la suite que cette matière pyriteuse est très abondante à la surface et dans les premières couches de la terre.

Tous les schistes sont plus ou moins mélangés de particules micacées; il y en a dans lesquels le mica paroît être en plus grande quantité que l'argile[1]. Ces schistes ne contenant que peu de bitume et beaucoup de mica, sont les meilleures pierres dont on puisse se servir pour les fourneaux de fusion des mines de fer et de cuivre : ils résistent au feu plus long-temps que le grès, qui s'égrène, quelque dur qu'il soit; ils résistent aussi mieux que les granites, qui se fondent à un feu violent et se convertissent en émail; et ils

1. Le *macigno* des Italiens est un schiste de cette espèce; il y en a des collines entières à *Fiesoli*, près de Florence. « Les couches supérieures de ces carrières de *macigno*, dit M. Ferber, sont feuilletées et minces, entremêlées de petites couches argileuses. » (L'auteur auroit dû dire *limoneuses;* car je suis persuadé que ces petites couches entremêlées sont de terre végétale, et non d'argile.) « Le *macigno* devient plus compacte en entrant dans la profondeur, et ne forme plus qu'une masse; on en tire de très grands blocs... On trouve par ci par là, dans le *macigno* compacte, des rognons d'*argile* endurcie, et une multitude de petites taches noires, quelquefois même des couches ou veines de charbon de terre. » (Autre preuve que ce n'est pas de l'argile, mais de la terre végétale ou limoneuse; c'est le bitume de cette terre limoneuse qui a formé les taches noires.) « Il y du *macigno* de deux couleurs; le meilleur pour bâtir et le plus durable est celui qui est d'un jaune grisâtre, mélangé d'ocre ferrugineuse. » (*Lettres sur la minéralogie*, etc., page 4.)

sont bien préférables à la pierre calcaire, qui peut, à la vérité, résister pendant quelques mois à l'action de ces feux, mais qui se réduit en poussière de chaux au moment qu'ils cessent, et que l'humidité de l'air la saisit; au lieu que les schistes conservent leur nature et leur solidité pendant et après l'action de ces feux continuée très long-temps; car cette action se borne à entamer leur surface, et il faudroit un feu de plusieurs années pour en altérer la masse à quelques pouces de profondeur.

Les lits les plus extérieurs des schistes, c'est-à-dire ceux qui sont immédiatement sous la couche de terre végétale, se divisent en grands morceaux qui affectent une figure rhomboïdale, à peu près comme les grès qui sont mêlés de matière calcaire affectent cette même figure en petit : et, dans les lits inférieurs des schistes, cette affectation de figure est beaucoup moins sensible et même ne se remarque plus; autre preuve que la figuration des minéraux dépend des parties organiques qu'ils renferment; car les premiers lits de schiste reçoivent, par la stillation des eaux, les impressions de la terre végétale qui les recouvre, et c'est par l'action des éléments actifs contenus dans cette terre que les schistes du lit supérieur prennent une sorte de figuration régulière dont l'apparence ne subsiste plus dans les lits inférieurs, parce qu'ils ne peuvent rien recevoir de la terre végétale, en étant trop éloignés et séparés par une grande épaisseur de matière impénétrable à l'eau.

Au reste, le schiste commun ne se délite pas en feuillets aussi minces que l'ardoise, et il ne résiste pas aussi long-temps aux impressions des éléments

humides : mais il résiste également à l'action du feu avant de se vitrifier; et comme il contient une petite quantité de bitume, il semble brûler avant de se fondre, et, comme nous venons de le dire, il y a même des schistes qui sont presque aussi inflammables que le charbon de terre. Ce dernier effet a déçu quelques minéralogistes, et leur a fait penser que le fond du charbon de terre n'étoit, comme celui des schistes, que de l'argile mêlée de bitume; tandis que la substance de ce charbon est, au contraire, de la matière végétale plus ou moins décomposée, et que s'il se trouve de l'argile mêlée dans le charbon, ce n'est que comme matière étrangère : mais il est vrai que la quantité de bitume et de matière pyriteuse est peut-être aussi grande dans certains schistes que dans les charbons de terre impurs et de mauvaise qualité; il y a même des argiles, surtout dans les couches les plus basses, qui sont mêlées d'une assez grande quantité de bitume et de pyrite pour devenir inflammables; elles sont en même temps sèches et dures à peu près comme le schiste, et ce bitume des argiles et des schistes s'est formé dès les premiers temps de la nature vivante par la décomposition des végétaux et des animaux, dont les huiles et les graisses saisies par l'acide se sont converties en bitumes; et les schistes, comme les argiles, contiennent ordinairement d'autant plus de bitume, qu'ils sont situés plus profondément, et qu'ils sont plus voisins des veines de charbon auxquelles ils servent de lits et d'enveloppe; car lorsqu'on ne trouve pas l'ardoise au dessous des schistes, on peut espérer d'y trouver des charbons de terre.

Dans les couches les plus profondes, il y a aussi

des argiles qui ressemblent aux schistes et même aux ardoises par l'apparence de leur dureté, de leur couleur, et de leur inflammabilité : cependant cette argile exposée à l'air démontre bientôt les différences qui la séparent de l'ardoise; elle n'est pas long-temps sans s'exfolier, s'imbiber d'humidité, se ramollir, et reprendre sa qualité d'argile; au lieu que les ardoises, loin de s'amollir à l'air, ne font que s'y durcir davantage, et l'on doit mettre les mauvais schistes au nombre de ces argiles dures.

Comme toutes les argiles, ainsi que les schistes et les ardoises, ont été primitivement formées des sables vitreux atténués et décomposés dans l'eau, on ne peut se dispenser d'admettre différents degrés de décomposition dans ces sables : aussi trouve-t-on dans l'argile des grains encore entiers de ce sable vitreux qui ne sont que peu ou point altérés; d'autres qui ont subi un plus grand degré de décomposition. On y trouve de même de petits lits de ce sable à demi décomposé, et dans les ardoises et les schistes le mica y est souvent aussi atténué, aussi doux au toucher que le talc, en sorte qu'on peut suivre les nuances successives de cette décomposition des sables vitreux, jusqu'à leur conversion en argile. Les glaises mélangées de ces sables vitreux trop peu décomposés n'ont point encore acquis leur entière ductilité; mais, en général, l'argile même la plus molle devient d'autant plus dure qu'elle est plus desséchée et plus imprégnée de bitume, et d'autant plus feuilletée qu'elle est plus mêlée de mica.

Je ne vois pas qu'on puisse attribuer à d'autres

causes qu'au desséchement et au mélange du mica et du bitume, cette sécheresse des ardoises et des schistes qui se reconnoît jusque dans leurs molécules; et j'imagine que comme elles sont mêlées de particules micacées en assez grande quantité, chaque paillette de mica aura dû attirer l'humidité de chaque molécule d'argile, et que le bitume, qui se refuse à toute humidité, aura pu durcir l'argile au point de la changer en schiste et en ardoise : dès lors les molécules d'argile seront demeurées sèches, et les schistes composés de ces molécules desséchées et de celles du mica auront acquis assez de dureté pour être, comme les bitumes, impénétrables à l'eau; car, indépendamment de l'humidité que les micas ont dû tirer de l'argile, on doit encore observer qu'étant mêlés en quantité dans tous les schistes et ardoises, le seul mélange de ces particules sèches, qui paroît être moins intime qu'abondant, a dû laisser de petits vides par lesquels l'humidité contenue dans les molécules d'argile a pu s'échapper.

Cette quantité de mica que contiennent les ardoises me semble leur donner quelques rapports avec les talcs; et si l'argile fait le fonds de la matière de l'ardoise, on peut croire que le mica en est l'alliage et lui donne la forme : car les ardoises se délitent, comme le talc, en feuilles minces; elles participent de sa sécheresse, et résistent de même aux impressions des éléments humides; enfin elles se changent également en verre brun par un feu violent. L'ardoise paroît donc participer de la nature de ce verre primitif: on le voit en la considérant attentivement au grand jour; sa sur-

face présente une infinité de particules micacées, d'autant plus apparentes que l'ardoise est de meilleure qualité.

La bonne ardoise ne se trouve jamais dans les premières couches du schiste : les ardoisières les moins profondes sont à trente ou quarante pieds; celles d'Angers sont à deux cents. Les derniers lits de l'ardoise, comme ceux de l'argile, sont plus noirs que les premiers; cette ardoise noire des lits inférieurs, exposée à l'air pendant quelque temps, prend néanmoins, comme les autres, la couleur bleuâtre que nous leur connoissons et que toutes conservent très long-temps; elles ne perdent cette couleur bleue que pour en prendre une plus tendre d'un blanc grisâtre, et c'est alors qu'elles brillent de tous les reflets des particules micacées qu'elles contiennent, et qui se montrent d'autant plus, que ces ardoises ont été anciennement exposées aux impressions de l'air.

L'ardoise ne se trouve pas dans les argiles molles et pénétrées de l'humidité des eaux, mais dans les schistes, qui ne sont eux-mêmes que des ardoises grossières. Les minières d'ardoises s'annoncent ordinairement par un lit de schiste noirâtre de quelques pouces d'épaisseur, qui se trouve immédiatement sous la couche de terre végétale. Ce premier lit de pierre schisteuse est divisé par un grand nombre de fentes verticales, comme le sont les premiers lits des pierres calcaires, et l'on peut également en faire du moellon : mais ce schiste, quoique assez dur, n'est pas aussi sec que l'ardoise; il est même spongieux et se ramollit par l'humidité lorsqu'il y est long-temps exposé. Les bancs qui sont au dessous de ce premier lit ont plus

d'épaisseur et moins de fentes verticales; leur continuité augmente avec leur masse à mesure que l'on descend, et il n'est pas rare de trouver des bancs de cette pierre schisteuse de quinze ou vingt pieds d'épaisseur sans délits remarquables. La finesse du grain de ces schistes, leur sécheresse, leur pureté, et leur couleur noire, augmentent aussi en raison de leur situation à de plus grandes profondeurs; et d'ordinaire c'est au plus bas que se trouve la bonne ardoise.

L'on voit sur quelques uns de ces feuillets d'ardoise des impressions de poissons à écailles, de crustacés, et de poissons mous, dont les analogues vivants ne nous sont pas connus, et en même temps on n'y voit que très peu ou point de coquilles. Ces deux faits paroissent, au premier coup d'œil, difficiles à concilier, d'autant que les argiles, dont on ne peut douter que les ardoises ne soient au moins en partie composées, contiennent une infinité de coquilles, et rarement des empreintes de poissons. Mais on doit observer que les ardoises, et surtout celles où l'on trouve des impressions de poissons, sont toutes situées à une grande profondeur, et qu'en même temps les argiles contiennent une plus grande quantité de coquilles dans leurs lits supérieurs que dans les inférieurs, et que même, lorsqu'on arrive à une certaine profondeur, on n'y trouve plus de coquilles. D'autre part, on sait que le plus grand nombre des coquillages vivants n'habitent que les rivages ou les terrains élevés dans le fond de la mer, et qu'en même temps il y a quelques espèces de poissons et de coquillages qui n'en habitent que les vallées, à une profondeur plus grande que celle où

se trouvent communément tous les autres poissons et coquillages. Dès lors on peut penser que les sédiments argileux qui ont formé les ardoises à cette plus grande profondeur n'auront pu saisir en se déposant que ces espèces, en petit nombre, de poissons ou de coquillages qui habitent les bas-fonds, tandis que les argiles qui sont situées plus haut que les ardoises auront enveloppé tous les coquillages des rivages et des hauts-fonds, où ils se trouvent en bien plus grande quantité [1].

Nous ajouterons aux propriétés de l'ardoise que, quoiqu'elle soit moins dure que la plupart des pierres calcaires, il faut néanmoins employer la masse et les coins pour la tirer de sa carrière; que la bonne ardoise ne fait pas effervescence avec les acides, et qu'aucune ardoise ni aucun schiste ne se réduit en chaux, mais qu'ils se convertissent par un feu violent en une sorte de verre brun, souvent assez spumeux pour nager sur l'eau. Nous observerons aussi qu'avant

1. Il se trouve aussi, quoique rarement, des poissons pétrifiés dans les substances calcaires au dessus des montagnes; mais les espèces de ces poissons ne sont pas inconnues ou perdues, comme celles qui se trouvent dans les ardoises. M. Ferber rapporte qu'on trouve dans la collection de M. Moréni de Vérone le poisson ailé et quelques poissons du Brésil, qui ne vivent ni dans la Méditerranée ni dans le golfe Adriatique; la pinne marine, des os d'animaux, des plantes exotiques pétrifiées et imprimées sur un schiste calcaire, toutes tirées de la montagne du Véronois appelée *Monte-Bolca*. (*Lettres sur la Minéralogie*, par M. Ferber, page 27.)

Observons que ces poissons, dont les analogues vivants existent encore, n'ont été pétrifiés que bien long-temps après ceux dont les espèces sont perdues : aussi se trouvent-ils au dessus des montagnes, tandis que les autres ne se trouvent que dans les ardoises à de grandes profondeurs.

de se vitrifier ils brûlent en partie, en exhalant une odeur bitumineuse; et enfin que quand on les réduit en poudre, celle de l'ardoise est douce au toucher comme la poussière de l'argile séchée, mais que cette poudre d'ardoise détrempée avec de l'eau ne reprend pas en séchant sa dureté, ni même autant de consistance que l'argile.

Le même mélange de bitume et de mica qui donne à l'ardoise sa solidité fait en même temps qu'elle ne peut s'imbiber d'eau; aussi lorsqu'on veut éprouver la qualité d'une ardoise, il ne faut qu'en faire tremper dans l'eau le bord d'une feuille suspendue verticalement : si l'eau n'est pas pompée par la succion capillaire, et qu'elle n'humecte pas l'ardoise au dessus de son niveau, on aura la preuve de son excellente qualité; car les mauvaises ardoises, et même la plupart de celles qu'on emploie à la couverture des bâtiments, sont encore spongieuses et s'imbibent plus ou moins de l'humidité, en sorte que la feuille d'ardoise dont le bord est plongé dans l'eau s'humectera à plus ou moins de hauteur en raison de sa bonne ou mauvaise qualité. La bonne ardoise peut se polir, et on en fait des tables de toutes dimensions; on en a vu de dix à douze pieds en longueur sur une largeur proportionnée.

Quoiqu'il y ait des schistes plus ou moins durs, cependant on doit dire qu'en général ils sont encore plus tendres que l'ardoise, et que la plupart sont d'une couleur moins foncée. Ils ne se divisent pas en feuillets aussi minces que l'ardoise, et néanmoins ils contiennent souvent une plus grande quantité de mica; mais l'argile qui en fait le fonds est vraisemblable-

ment composée de molécules grossières, et qui, quoiqu'en partie desséchées, conservent encore leur qualité spongieuse et peuvent s'imbiber d'eau; ou bien leur mica, plus aigre et moins atténué, n'a pas acquis, en s'adoucissant, cette tendance à la conformation talqueuse ou feuilletée qu'il paroît communiquer aux ardoises : aussi lorsqu'on réduit le schiste en lames minces, il se détériore à l'air, et ne peut servir aux mêmes usages que l'ardoise; mais on peut l'employer en masses épaisses pour bâtir.

J'ai dit que les collines calcaires avoient l'argile pour base, et j'ai entendu non seulement les glaises ou argiles molles communes, mais aussi les schistes ou argiles desséchées. La plupart des montagnes calcaires sont posées sur l'argile ou sur le schiste. « Les montagnes, dit M. Ferber, de la Styrie inférieure, de toute la Carniole, et jusqu'à Vienne en Autriche, sont formées de couches horizontales plus ou moins épaisses (de pierre calcaire), entassées les unes sur les autres, et ont pour base un véritable schiste argileux, c'est-à-dire une ardoise bleue ou noire, ou bien un *schiste de corne* mélangé de quartz et de mica, pénétré d'une petite partie d'argile. J'ai eu, dit-il, presque à chaque pas l'occasion de me convaincre que ce schiste s'étend sans interruption sous ces montagnes calcaires : quelquefois même on le voit à découvert s'élever au dessus du rez de terre; mais lorsqu'il s'est montré pendant un certain temps, il s'enfouit de nouveau sous la pierre calcaire. »

L'argile, ou sous sa propre forme, ou sous celle d'ardoise et de schiste, compose donc la première terre, et forme les premières couches qui aient été

transportées, et disposées par les eaux ; et ce fait s'unit à tous les autres pour prouver que les matières vitrescibles sont les substances premières et primitives, puisque l'argile formée de leurs débris est la première terre qui ait couvert la surface du globe. Nous avons vu de plus que c'est dans cette terre que se trouvent généralement les coquilles d'espèces anciennes, comme c'est aussi sur les ardoises qu'on voit les empreintes des poissons inconnus qui ont appartenu au premier Océan. Ajoutons à ces grands faits une observation non moins importante, et qui rappelle à la fois et l'époque de la formation des couches d'argile et les grands mouvements qui bouleversoient encore alors la nature ; c'est qu'un grand nombre de ces lits de schistes et d'ardoises ne paroissent s'être inclinés que par violence, ayant été déposés sur les voûtes des grandes cavernes avant que leur affaissement fît pencher les masses dont elles étoient surmontées, tandis que les couches calcaires, déposées plus tard sur la terrre affermie, offrent rarement de l'inclinaison dans leurs bancs, qui sont assez généralement horizontaux, ou beaucoup moins inclinés que ne le sont communément les lits des schistes et des ardoises.

DE LA CRAIE.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des matières qui appartiennent à la première nature : le quartz, le

jaspe, les porphyres, les granites, produits immédiats du feu primitif; les grès, les argiles, les ardoises, détriments de ces premières substances, et qui, quoique transportés, pénétrés, figurés par les eaux, et même mélangés des premières productions de ce second élément, n'en appartiennent pas moins à la grande masse primitive des matières vitreuses, lesquelles, dans cette première époque, composoient seules le globe entier. Maintenant considérons les matières calcaires qui se trouvent en si grande quantité et en tant d'endroits sur cette première surface du globe, et qui sont proprement l'ouvrage de l'eau même et son produit immédiat. C'est dans cet élément que se sont en effet formées ces substances qui n'existoient pas auparavant, qui n'ont pu se produire que par l'intermède de l'eau, et qui non seulement ont été transportées, entassées, et disposées par ses mouvements, mais même ont été combinées, composées, et produites dans le sein de la mer.

Cette production d'une nouvelle substance pierreuse par le moyen de l'eau est un des plus étonnants ouvrages de la nature, et en même temps un des plus universels; il tient à la génération la plus immense peut-être qu'elle ait enfantée dans sa première fécondité : cette génération est celle des coquillages, des madrépores, des coraux, et de toutes les espèces qui filtrent le suc pierreux et produisent la matière calcaire, sans que nul autre agent, nulle autre puissance particulière de la nature puisse ou ait pu former cette substance. La multiplication de ces animaux à coquilles est si prodigieuse, qu'en s'amoncelant ils élèvent encore aujourd'hui en mille endroits des ré-

cifs, des bancs, des hauts-fonds, qui sont les sommets des collines sous-marines, dont la base et la masse sont également formées de l'entassement de leurs dépouilles [1]. Et combien dut être encore plus immense le nombre de ces ouvriers du vieil Océan dans le fond de la mer universelle, lorsqu'elle saisit tous les principes de fécondité répandus sur le globe animé de sa première chaleur!

Sans cette réflexion, pourrions-nous soutenir la vue vraiment accablante des masses de nos montagnes calcaires, entièrement composées de cette matière toute formée des dépouilles de ces premiers habitants de la mer? Nous en voyons à chaque pas les prodigieux amas; nous en avons déjà recueilli mille preuves [2] : chaque contrée peut en offrir de nouvelles, et les articles suivants les confirmeront encore par un plus grand développement [3].

Nous commencerons par la craie, non qu'elle soit la plus commune ou la plus noble des substances calcaires, mais parce que de ces matières, qui toutes également tirent leur origine des coquilles, la craie

1. Cette multitude d'îles basses et de bancs sur lesquels se perdit le navigateur Roggewein, ont été revus et reconnus par MM. Byron et Cook; toutes ces îles ne sont soutenues que par des bancs de corail, élevés du fond de la mer jusqu'à sa surface. Ce fait étonnant a été si bien vu par ces bons observateurs, qu'on ne peut le révoquer en doute. Voyez de plus toutes les relations des navigateurs, sur les sondes tombées sur des rochers de coquillages, et sur les câbles et grelins des ancres coupés contre les récifs de madrépores et de coraux.

2. Voyez tous les articles de la *Théorie de la terre* et des *Preuves*, sur les carrières et les montagnes composées de coquillages et autres dépouilles des productions marines.

3. Voyez en particulier les articles de la *Pierre calcaire* et du *Marbre*.

doit en être regardée comme le premier détriment, dans lequel cette substance coquilleuse est encore toute pure, sans mélange d'autre matière, et sans aucune de ces nouvelles formes de cristallisation spathique que la stillation des eaux donne à la plupart des pierres calcaires; car, en réduisant des coquilles en poudre, on aura une matière semblable à celle de la craie pulvérisée.

Il a donc pu se former de grands dépôts de ces poudres de coquilles, qui sont encore aujourd'hui sous cette forme pulvérulente, ou qui ont acquis avec le temps de la consistance et quelque solidité : mais les craies sont en général ce qu'il y a de plus léger et de moins solide dans ces matières calcaires, et la craie la plus dure est encore une pierre tendre; souvent, au lieu de se présenter en masses solides, la craie n'est qu'une poussière sans cohésion, surtout dans ses couches extérieures. C'est à ces lits de poussière de craie qu'on a souvent donné le nom de *marne :* mais je dois avertir, pour éviter toute confusion, que ce nom ne doit s'appliquer qu'à une terre mêlée de craie et d'argile, ou de craie et de terre limoneuse, et que la craie est au contraire une matière simple, produite par le seul détriment des substances purement calcaires.

Ces dépôts de poudre coquilleuse ont formé des couches épaisses et souvent très étendues, comme on le voit dans la province de Champagne, dans les falaises de Normandie, dans l'Ile-de-France, à la Roche-Guyon, etc.; et ces couches composées de poussières légères, ayant été déposées les dernières, sont exactement horizontales, et prennent rarement de l'incli-

naison, même dans leurs lits les plus bas, où elles acquièrent plus de dureté que dans les lits supérieurs. Cette même différence de solidité s'observe dans toutes les carrières anciennement formées par les sédiments des eaux de la mer. La masse entière de ces bancs calcaires étoit également molle dans le commencement; mais les couches inférieures, formées avant les autres, se sont consolidées les premières; et en même temps elles ont reçu par infiltration toutes les particules pierreuses que l'eau a détachées et entraînées des lits supérieurs. Cette addition de substance a rempli les intervalles et les pores des pierres inférieures, et a augmenté leur densité et leur dureté à mesure qu'elles se formoient et prenoient de la consistance par la réunion de leurs propres parties. Cependant la dureté des matières calcaires est toujours inférieure à celle des matières vitreuses qui n'ont point été altérées ou décomposées par l'eau. Les substances coquilleuses dont les pierres calcaires tirent leur origine sont, par leur nature, d'une consistance plus molle et moins solide que les matières vitreuses; mais quoiqu'il n'y ait point de pierres calcaires aussi dures que le quartz ou les jaspes, quelques unes, comme les marbres, le sont néanmoins assez pour recevoir un beau poli.

La craie même, la plus durcie, n'est susceptible que du poli gras que prennent les matières tendres, et se réduit au moindre effort en une poussière semblable à la poudre des coquilles; mais quoiqu'une grande partie des craies ne soit en effet que le débris immédiat de la substance des coquilles, on ne doit pas borner à cette seule cause la production de tou-

tes les couches de craie qui se trouvent à la surface de la terre : elles ont, comme les sables vitreux, une double origine; car la quantité de la matière coquilleuse réduite en poussière s'est considérablement augmentée par les détriments et les exfoliations qui ont été détachés de la surface des masses solides de pierres calcaires par l'impression des éléments humides. L'établissement local de ces masses calcaires paroît en plusieurs endroits avoir précédé celui des couches de craie. Par exemple, le grand terrain crétacé de la Champagne commence au dessous de Troyes et finit au delà de Rethel; ce qui fait une étendue d'environ quarante lieues, sur dix ou douze de largeur moyenne; et la montagne de Reims, qui fait saillie sur ce terrain, n'est pas de craie, mais de pierre calcaire dure : il en est de même du mont *Aimé*, qui est isolé au milieu de ces plaines de craie, et qui est également composé de bancs de pierres dures très différentes de la craie, et qui sont semblables aux pierres des montagnes situées de l'autre côté de Vertus et de Bergères. Ces montagnes de pierre dure paroissent donc avoir surmonté de tout temps les collines et les plaines où gisent actuellement les craies, et dès lors on peut présumer que ces couches de craie ont été formées, du moins en partie, par les exfoliations et les poussières de pierre calcaire que les éléments humides auront détachées de ces montagnes, et que les eaux auront entraînées dans les lieux plus bas où gît actuellement la craie. Mais cette seconde cause de la production des craies est subordonnée à la première; et même dans plusieurs endroits de ce grand terrain crétacé la craie présente sa première origine, et paroît pure-

ment coquilleuse; elle se trouve composé ou remplie de coquilles entières parfaitement conservées, comme on le voit à Courtagnon et ailleurs; en sorte qu'on ne peut douter que l'établissement local de ces couches de craies mêlées de coquilles ne se soit fait dans le sein de la mer et par le mouvement de ses eaux. D'ailleurs on trouve souvent les dépôts ou lits de craie surmontés par d'autres matières qui n'ont pu être amenées que par alluvion, comme en Pologne, où les craies sont très abondantes, et particulièrement dans le territoire de Sadki, où M. Guettard dit, d'après Rzaczynski, qu'on ne trouve la craie qu'au dessous d'un lit de mine de fer qui est précédé de plusieurs autres couches de différentes matières.

Ces dépôts de craie formés au fond de la mer par le sédiment des eaux n'étoient pas originairement d'une matière aussi simple ou aussi pure qu'elle l'est aujourd'hui : car on trouve, entre les couches de cette matière crétacée, de petits lits de substance vitreuse; le *silex*, que nous nommons *pierre à fusil*, n'est nulle part en aussi grande quantité que dans les craies. Ainsi cette poussière crétacée étoit mélangée de particules vitreuses et silicées, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux; et après l'établissement de ces couches de craie mêlées de parties silicées, l'eau les aura pénétrées par infiltration, se sera chargée de ces particules silicées, et les aura déposées entre les couches de craie, où elles se seront réunies par leur force d'affinité; elles y ont pris la forme et le volume que les cavités ou les intervalles entre les couches leur ont permis de prendre. Cette sécrétion

de silex se fait dans les craies de la même manière que celle de la matière calcaire se fait dans les argiles : ces substances hétérogènes, atténuées par l'eau et entraînées par sa filtration, sont également posées entre les grandes couches de craie et d'argile, et disposées de même en lits horizontaux ; seulement on observe que les petites masses de pierres calcaires ainsi formées dans l'argile sont ordinairement plates et assez minces, au lieu que les masses de silex formées dans la craie sont presque toujours en petits blocs épais et arrondis. Cette différence peut provenir de ce que la résistance de l'argile est plus grande que celle de la craie ; en sorte que la force de la masse silicée qui tend à se former soulève ou comprime aisément la craie dont elle se trouve environnée ; au lieu que la même force ne peut faire un aussi grand effet dans l'argile, qui, étant plus compacte et plus pesante, cède plus difficilement et se comprime moins. Il y a encore une différence très apparente dans l'établissement de ces deux sécrétions, relativement à leur quantité : dans les collines de craie coupées à pic on voit partout ces lits de silex, dont la couleur brune contraste avec le blanc de la couche de craie ; souvent il se trouve de distance à autre plusieurs de ces lits posés horizontalement entre les grands lits de craie, dont l'épaisseur est de plusieurs pieds, en sorte que toute la masse de craie, jusqu'à la dernière couche, paroît être traversée horizontalement par ces petits lits de silex, au lieu que dans les argiles coupées de même à-plomb les petits lits de pierre calcaire ne se trouvent qu'entre les couches supérieures, et n'ont jamais autant d'épaisseur et de

continuité que les lits de silex, ce qui paroît encore provenir de la facilité de l'infiltration des eaux dans la craie, qu'elles pénètrent dans toute son épaisseur; au lieu qu'elles ne pénètrent que les premières couches de l'argile, et ne peuvent par conséquent déposer des matières calcaires à une grande profondeur.

La craie est blanche, légère, et tendre; et, selon ses degrés de pureté, elle prend différents noms. Comme toutes les autres substances calcaires, elle se convertit en chaux par l'action du feu, et fait effervescence avec les acides : elle perd environ un tiers de son poids par la calcination, sans que son volume en soit sensiblement diminué, et sans que sa nature en soit essentiellement altérée; car, en la laissant exposée à l'air et à la pluie, cette chaux de craie reprend peu à peu les parties intégrantes que le feu lui avoit enlevées, et dans ce nouvel état on peut la calciner une seconde fois, et en faire de la chaux d'aussi bonne qualité que la première. On peut même se servir de la craie crue pour faire du mortier, en la mêlant avec la chaux; car elle est de même nature que le gravier calcaire, dont elle ne diffère que par la petitesse de ses grains. La craie que l'on connoît sous le nom de *blanc d'Espagne* est l'une des plus fines, des plus pures, et des plus blanches; on l'emploie pour dernier enduit sur les autres mortiers. Cette craie fine ne se trouve pas en grandes couches, ni même en bancs, mais dans les fentes des rochers calcaires et sur la pente des collines crétacées; elle y est conglomérée en pelotes plus ou moins grosses; et quand cette craie fine est encore plus atténuée, elle forme d'autres concrétions d'une substance encore

plus légère, auxquelles les naturalistes ont donné le nom de *lac lunæ* (nom très impropre, puisqu'il ne désigne qu'un rapport chimérique), *medulla saxi* (qui ne convient guère mieux, puisque le mot *saxum*, traduit par ces mêmes naturalistes, ne désigne pas la pierre calcaire, mais le roc vitreux) : cette matière seroit donc mieux désignée par le nom de *fleur de craie;* car ce n'est en effet que la partie la plus ténue de la craie, que l'eau détache et dépose ensuite dans les cavités qu'elle rencontre. Et lorsque ce dépôt, au lieu de se faire en masses, ne se fait qu'en superficie, cette même matière prend la forme de lames et d'écailles auxquelles ces mêmes nomenclateurs en minéralogie ont donné le nom d'*agaric minéral* (ce qui n'est fondé que sur une fausse analogie).

Les hommes, avant d'avoir construit des maisons, ont habité les cavernes : ils se sont mis à l'abri des rigueurs de l'hiver et de la trop grande ardeur de l'été, en se réfugiant dans les antres des rochers; et lorsque cette commodité leur a manqué, ils ont cherché à se la procurer aux moindres frais possibles, en faisant des galeries et des excavations dans les matières les moins dures, telles que la craie. Le nom de *Troglodytes* (habitants des cavernes), donné aux peuples les plus antiques, en est la preuve; aussi bien que le grand nombre de ces grottes que l'on voit encore aux Indes, en Arabie, et dans tous les climats où le soleil est brûlant et l'ombrage rare. La plupart de ces grottes ont été travaillées de main d'homme, et souvent agrandies au point de former de vastes habitations souterraines, où il ne manque que la facilité de recevoir le jour; car, du reste, elles sont saines, et,

dans ces climats chauds, fraîches sans humidité. On voit même dans nos coteaux et collines de craie des excavations à rez-de-chaussée, pratiquées avec avantage et moins de dépense qu'il ne faudroit pour construire des murs et des voûtes; et les blocs tirés de ces excavations servent de matériaux pour bâtir les étages supérieurs. La craie des lits inférieurs est en effet une espèce de pierre assez tendre dans sa carrière, mais qui se durcit à l'air, et qu'on peut employer non seulement pour bâtir, mais aussi pour les ouvrages de sculpture.

La craie n'est pas si généralement répandue que la pierre calcaire dure; ses couches, quoique très étendues en superficie, ont rarement autant de profondeur que celle des autres pierres, et, dans cinquante ou soixante pieds de hauteur perpendiculaire, on voit souvent les degrés du plus ou moins de solidité de la craie. Elle est ordinairement en poussière ou en moellon très tendre dans le lit supérieur : elle prend plus de consistance à mesure qu'elle est située plus bas; et comme l'eau la pénètre jusqu'à la plus grande profondeur, et se charge des molécules crétacées les plus fines, elle produit non seulement les pelotes de blanc d'Espagne, de moelle de pierre [1], et de fleurs de craie, mais aussi les stalactites solides ou en tuyaux dont sont formés les tufs. Toutes ces concrétions qui proviennent des détriments de la craie ne contiennent point de coquilles; elles sont, comme

1. On a aussi nommé cette moelle de pierre ou de craie *farina mineralis*, parce qu'elle ressemble à la farine par sa blancheur et sa légèreté, et qu'on a même prétendu, mais fort mal à propos, qu'elle peut devenir un aliment en la mêlant avec de la farine de grain.

toutes les autres exsudations ou stillations, composées des particules les plus déliées que l'eau a enlevées et ensuite déposées sous différentes formes dans les fentes ou cavités des rochers, ou dans les lieux plus bas où elles se sont rassemblées.

Ces dépôts secondaires de matières crétacées se font assez promptement pour remplir en quelques années des trous de trois ou quatre pieds de diamètre, et d'autant de profondeur. Toutes les personnes qui ont planté des arbres dans les terrains de craie ont pu s'apercevoir d'un fait qui doit servir ici d'exemple. Ayant planté un bon nombre d'arbres fruitiers dans un terrain fertile en grains, mais dont le fond est d'une craie blanche et molle, et dont les couches ont une assez grande profondeur, les arbres y poussèrent assez vigoureusement la première et la seconde année, ensuite ils languirent et périrent. Ce mauvais succès ne rebuta pas le propriétaire du terrain; on fit des tranchées plus profondes, dont on tira toute la craie, et on les remplit ensuite de bonne terre végétale, dans laquelle on planta de nouveaux arbres : mais ils ne réussirent pas mieux, et tous périrent en cinq ou six années. On visita alors avec attention le terrain où ces arbres avoient été plantés, et l'on reconnut avec quelque surprise que la bonne terre qui avoit été mise dans les tranchées étoit si fort mêlée de craie, qu'elle avoit presque disparu, et que cette très grande quantité de matières crétacées n'avoit été amenée que par la stillation des eaux[1].

Cependant cette même craie, qui paroît si stérile

1. Note communiquée par M. Nadault.

et même si contraire à la végétation, peut l'aider et en augmenter le produit en la répandant sur les terres argileuses trop dures et trop compactes : c'est ce que l'on appelle *marner les terres*, et cette espèce de préparation leur donne de la fécondité pour plusieurs années ; mais comme les terres de différentes qualités demandent à être marnées de différentes façons, et que la plupart des marnes dont on se sert diffèrent de la craie, nous croyons devoir en faire un article particulier.

DE LA MARNE.

La marne n'est pas une terre simple, mais composée de craie mêlée d'argile ou de limon ; et, selon la quantité plus ou moins grande de ces terres argileuses ou limoneuses, la marne est plus ou moins sèche ou plus ou moins grasse. Il faut donc, avant de l'employer à l'amendement d'un terrain, reconnoître la quantité de craie contenue dans la marne qu'on y destine ; et cela est aisé par l'épreuve des acides, et même en la faisant délayer dans l'eau. Or toute marne sèche et qui contiendra beaucoup plus de craie que d'argile ou de limon conviendra pour marner les terres dures et compactes, que l'eau ne pénètre que difficilement, et qui se durcissent et se crevassent par la sécheresse ; et même la craie pure, mêlée avec ces terres, les rend plus meubles, et par conséquent susceptibles d'une culture plus aisée : elles deviennent

aussi plus fécondes par la facilité que l'eau et les jeunes racines des plantes trouvent à les pénétrer et à vaincre la résistance que leur trop grande compacité opposoit à la germination et au développement des graines délicates. La craie pure et même le sable fin, de quelque nature qu'il soit, peuvent donc être employés avec grand avantage pour marner les terres trop compactes ou trop humides; mais il faut au contraire de la marne mêlée de beaucoup d'argile, ou mieux encore de terre limoneuse, pour les terres stériles par sécheresse, et qui sont elles-mêmes composées de craie, de tuf, et de sable. La marne la plus grasse est la meilleure pour ces terrains maigres; et pourvu qu'il y ait dans la marne qu'on veut employer une assez grande quantité de parties calcaires pour que l'argile y soit divisée, cette marne presque entièrement argileuse, et même la terre limoneuse toute pure, seront les meilleurs engrais qu'on puisse répandre sur les terrains sableux. Entre ces deux extrêmes il sera aisé de saisir les degrés intermédiaires, et de donner à chaque terrain la quantité et la qualité de la marne qui pourra convenir pour engrais [1]. On doit seulement observer que dans tous les cas il faut mêler la marne avec une certaine quantité de fumier; et cela est d'autant plus nécessaire que le terrain est plus humide et plus froid. Si l'on répand les marnes

1. M. Faujas de Saint-Fond parle de certains cantons du Dauphiné qui sont très fertiles et dont le sol contient environ un quart de matière calcaire mêlée naturellement avec un tiers d'argile noire, tenace, mais rendue friable par environ un quart d'un sable sec et grenu; et, pour le surplus, d'un second sable fin, doux, et brillant..... Voyez le *Mémoire sur la Marne*, par M. Faujas de Saint-Fond, et les *Affiches du Dauphiné*, octobre 1780.

sans y mêler du fumier, on perdra beaucoup sur le produit de la première et même de la seconde récolte : car le bon effet de l'amendement marneur ne se manifeste pleinement qu'à la troisième ou quatrième année.

Les marnes qui contiennent une grande quantité de craie sont ordinairement blanches ; celles qui sont grises, rougeâtres ou brunes, doivent ces couleurs aux argiles ou à la terre limoneuse dont elles sont mélangées : et ces couleurs plus ou moins foncées sont encore un indice par lequel on peut juger de la qualité de chaque marne en particulier. Lorsqu'elle est tout-à-fait convenable à la nature du terrain sur lequel on la répand, il est alors bonifié pour nombre d'années [1], et le cultivateur fait un double profit : le premier, par l'épargne des fumiers, dont il usera beaucoup moins ; et le second, par le produit de ses récoltes, qui sera plus abondant. Si l'on n'a pas à sa portée des marnes de la qualité qu'exigeroient les terrains qu'on veut améliorer, il est presque toujours possible d'y suppléer en répandant de l'argile sur les terres trop légères, et de la chaux sur les terres trop

1. Suivant Pline, la fécondité communiquée aux terres par certaines marnes dure cinquante et jusqu'à quatre-vingts années. Voyez son *Histoire naturelle*, liv. XVII, chap. 7 et 8. Il dit aussi que c'est aux Gaulois et aux Bretons qu'on doit l'usage de cet engrais pour la fertilisation des terres. (*Idem, ibid.*)

M. de Gensanne, en parlant des marnes, fait de bonnes observations sur leur emploi, et il cite un exemple qui prouve que cet engrais est non seulement utile pour augmenter la production des grains, mais aussi pour faire croître plus promptement et plus vigoureusement les arbres, et en particulier les mûriers blancs. (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome I.)

fortes ou trop humides ; car la chaux éteinte est absolument de la même nature que la craie, puisqu'elles ne sont toutes deux que de la pierre calcaire réduite en poudre. Ce qu'on a dit sur les prétendus sels ou qualités particulières de la marne pour la végétation, sur son eau générative, etc., n'est fondé que sur des préjugés. La cause principale et peut-être unique de l'amélioration des terres est le mélange d'une autre terre différente, et dont les qualités se compensent et font de deux terres stériles une terre féconde. Ce n'est pas que les sels en petite quantité ne puissent aider les progrès de la végétation et en augmenter le produit : mais les effets du mélange convenable des terres sont indépendants de cette cause particulière ; et ce seroit beaucoup accorder à l'opinion vulgaire que d'admettre dans la marne des principes plus actifs pour la végétation que dans toute autre terre, puisque par elle-même la marne est d'autant plus stérile qu'elle est plus pure et plus approchante de la nature de la craie.

Comme les marnes ne sont que des terres plus ou moins mélangées et formées assez nouvellement par les dépôts et les sédiments des eaux pluviales, il est rare d'en trouver à quelque profondeur dans le sein de la terre ; elles gisent ordinairement sous la couche de la terre végétale, et particulièrement au bas des collines et des rochers de pierres calcaires qui portent sur l'argile ou le schiste. Dans certains endroits la marne se trouve en forme de noyaux ou de pelotes ; dans d'autres elle est étendue en petites couches horizontales ou inclinées suivant la pente du terrain ; et lorsque les eaux pluviales chargées de cette ma-

tière s'infiltrent à travers les couches de la terre, elles la déposent en forme de concrétions et de stalactites, qui sont formées de couches concentriques et irrégulièrement groupées. Ces concrétions provenant de la craie et de la marne ne prennent jamais autant de dureté que celles qui se forment dans les rochers de pierres calcaires dures ; elles sont aussi plus impures ; elles s'accumulent irrégulièrement au pied des collines, pour y former des masses d'une substance à demi pierreuse, légère, et poreuse, à laquelle on donne le nom de *tuf*, qui souvent se trouve en couches assez épaisses et très étendues au bas des collines argileuses couronnées de rochers calcaires.

C'est aussi à cette même matière crétacée et marneuse qu'on doit attribuer l'origine de toutes les incrustations produites par les eaux des fontaines, et qui sont si communes dans tous les pays où il y a de hautes collines de craie et de pierres calcaires. L'eau des pluies, en filtrant à travers les couches de ces matières calcaires, se charge des particules les plus ténues qu'elle soutient et porte avec elle quelquefois très loin ; elle en dépose la plus grande partie sur le fond et contre les bords des routes qu'elle parcourt, et enveloppe ainsi toutes les matières qui se trouvent dans son cours : aussi voit-on des substances de toute espèce et de toute figure revêtues et incrustées de cette matière pierreuse, qui non seulement en recouvre la surface, mais se moule aussi dans toutes les cavités de leur intérieur ; et c'est à cet effet très simple qu'on doit rapporter la cause qui produit ce que l'on appelle communément des *pétrifications*, lesquelles ne diffèrent des incrustations que par cette

pénétration dans tous les vides et interstices de l'intérieur des matières végétales ou animales, à mesure qu'elles se décomposent ou pourrissent.

Dans les craies blanches et les marnes les plus pures on ne laisse pas de trouver des différences assez marquées, surtout pour les sels qu'elles contiennent. Si on fait bouillir quelque temps dans de l'eau distillée une certaine quantité de craie prise au pied d'une colline ou dans le fond d'un vallon, et qu'après avoir filtré la liqueur on la laisse évaporer jusqu'à siccité, on en retirera du nitre et un mucilage épais d'un rouge brun; en certains lieux même le nitre est si abondant dans cette sorte de craie ou de marne, qui a ordinairement la forme de tuf, que l'on pourroit en tirer du salpêtre en très grande quantité, et qu'en effet on en tire bien plus abondamment des décombres ou des murs bâtis de ce tuf crétacé que de toute autre matière. Si l'on fait la même épreuve sur la craie pelotonnée qui se trouve dans les fentes des rochers calcaires, et surtout sur ces masses de matière molle et légère de fleur de craie dont nous avons parlé, au lieu de nitre on n'en retirera souvent que du sel marin, sans aucun mélange d'autre sel, et en beaucoup plus grande quantité qu'on ne retire de nitre des tufs et des craies prises dans les vallons et sous la couche de terre végétale. Cette différence assez singulière ne vient que de la différente qualité des eaux; car, indépendamment des matières terreuses et bitumineuses qui se trouvent dans toutes les eaux, la plupart contiennent des sels en assez grande quantité, et de nature différente, selon la différente qua-

lité du terrain où elles ont passé ; par exemple, toutes les eaux dont les sources sont dans la couche de terre végétale ou limoneuse contiennent une assez grande quantité de nitre. Il en est de même de l'eau des rivières et de la plupart des fontaines, au lieu que les eaux pluviales les plus pures, et recueillies en plein air avec précaution pour éviter tout mélange, donnent, après l'évaporation, une poudre terreuse très fine, d'une saveur sensiblement salée, et du même goût que le sel marin. Il en est de même de la neige ; elle contient aussi du sel marin, comme de l'eau de pluie, sans mélange d'autres sels, tandis que les eaux qui coulent sur les terres calcaires ou végétales ne contiennent point de sel marin, mais du nitre. Les couches de marne stratifiées dans les vallons, au pied des montagnes, sous la terre végétale, fournissent du salpêtre, parce que la pierre calcaire et la terre végétale, dont elles tirent leur origine, en contiennent. Au contraire, les pelotes qui se trouvent dans les fentes ou dans les joints des pierres et entre les lits des bancs calcaires ne donnent, au lieu de nitre, que du sel marin, parce qu'elles doivent leur formation à l'eau pluviale tombée immédiatement dans ces fentes, et que cette eau ne contient que du sel marin, sans aucun mélange de nitre ; au lieu que, les craies, les marnes, et les tufs amassés au bas des collines et dans les vallons étant perpétuellement baignés par des eaux qui lavent à chaque instant la grande quantité de plantes dont la superficie de la terre est couverte et qui arrivent par conséquent toutes chargées et imprégnées du nitre qu'ils ont dissous à la super-

ficie de la terre, ces couches reçoivent le nitre d'autant plus abondamment que ces mêmes eaux y demeurent sans écoulement et presque stagnantes.

DE LA PIERRE CALCAIRE.

La formation des pierres calcaires est l'un des plus grands ouvrages de la nature; quelque brute que nous en paroisse la matière, il est aisé d'y reconnoître une forme d'organisation actuelle, et des traces d'une organisation antérieure, bien plus complète dans les parties dont cette matière est originairement composée. Ces pierres ont en effet été primitivement formées du détriment des coquilles, des madrépores, des coraux, et de toutes les autres substances qui ont servi d'enveloppe ou de domicile à ces animaux infiniment nombreux, qui sont pourvus des organes nécessaires pour cette production de matière pierreuse : je dis que le nombre de ces animaux est immense, infini, car l'imagination même seroit épouvantée de leur quantité, si nos yeux ne nous en assuroient pas en nous démontrant leurs débris réunis en grandes masses, et formant des collines, des montagnes, et des terrains de plusieurs lieues d'étendue. Quelle prodigieuse pullulation ne doit-on pas supposer dans tous les animaux de ce genre! quelle nombre d'espèces ne faut-il pas compter, tant dans les coquillages et crustacés actuellement existants que pour ceux dont les espèces ne subsistent plus, et qui sont encore

beaucoup plus nombreux! enfin combien de temps et quel nombre de siècles n'est-on pas forcé d'admettre pour l'existence successive des uns et des autres! Rien ne peut satisfaire notre jugement à cet égard, si nous n'admettons pas une grande antériorité de temps pour la naissance des coquillages avant tous les autres animaux, et une multiplication non interrompue de ces mêmes coquillages pendant plusieurs centaines de siècles : car toutes les pierres et craies disposées et déposées en couches horizontales par les eaux de la mer ne sont en effet formées que de ces coquilles ou de leurs débris réduits en poudre; et il n'existe aucun autre agent, aucune autre puissance particulière dans la nature qui puisse produire la matière calcaire, dont nous devons par conséquent rapporter la première origine à ces êtres organisés.

Mais dans les amas immenses de cette matière, toute composée des débris des animaux à coquilles, nous devons d'abord distinguer les grandes couches, qui sont d'ancienne formation, et en séparer celles qui, ne s'étant formées que des détriments des premières, sont, à la vérité, d'une même nature, mais d'une date de formation postérieure; et l'on reconnoîtra toujours leurs différences par des indices faciles à saisir. Dans toutes les pierres d'ancienne formation il y a toujours des coquilles ou des impressions de coquilles et de crustacés très évidentes, au lieu que dans celles de formation moderne il n'y a nul vestige, nulle figure de coquilles. Ces carrières de pierres parasites, formées du détriment des premières, gisent ordinairement au pied ou à quelque distance des montagnes et des collines dont les anciens bancs ont été attaqués

dans leur contour par l'action de la gelée et de l'humidité : les eaux ont ensuite entraîné et déposé dans les lieux plus bas toutes les poudres et les graviers détachés des bancs supérieurs; et ces débris stratifiés les uns sur les autres par le transport et le sédiment des eaux ont formé ces lits de pierres nouvelles où l'on ne voit aucune impression de coquilles, quoique ces pierres de seconde formation soient, comme la pierre ancienne, entièrement composées de substance coquilleuse.

Et dans ces pierres de formation secondaire on peut encore en distinguer de plusieurs dates différentes, et plus ou moins modernes ou récentes : toutes celles, par exemple, qui contiennent des coquilles fluviatiles, comme on en voit dans la pierre qui se tire derrière l'Hôpital général à Paris, ont été formées par des eaux vives et courantes, long-temps après que la mer a laissé notre continent à découvert; et néanmoins la plupart des autres, dans lesquelles on ne trouve aucune de ces coquilles fluviatiles, sont encore plus récentes. Voilà donc trois dates de formation bien distinctes : la première et plus ancienne est celle de la formation des pierres dans lesquelles on voit des coquilles ou des impressions de coquilles marines, et ces anciennes pierres ne présentent jamais des impressions de coquilles terrestres ou fluviatiles; la seconde formation est celle de ces pierres mêlées de petites *vis* et limaçons fluviatiles ou terrestres; et la troisième sera celle des pierres qui, ne contenant aucunes coquilles marines ou terrestres, n'ont été formées que des détriments et des débris réduits en poussière des unes ou des autres.

Les lits de ces pierres de seconde formation ne sont pas aussi étendus ni aussi épais que ceux des anciennes et premières couches dont ils tirent leur origine; et ordinairement les pierres elles-mêmes sont moins dures, quoique d'un grain plus fin : souvent aussi elles sont moins pures, et se trouvent mélangées de différentes substances que l'eau a rencontrées et charriées avec la matière de pierre [1]. Ces lits de pierres nouvelles ne sont, dans la réalité, que des dépôts semblables à ceux des incrustations, et chacune de

1. Dans une carrière de cette espèce, dont la pierre est blanche et d'un grain assez fin, située à Condat, près d'Agen, on trouve non seulement des pyrites, mais du charbon de bois brûlé, qui a conservé sa nature de charbon. Voici ce que m'en a écrit M. de La Ville de Lacépède, par sa lettre du 7 novembre 1776 : « La carrière de Condat, autant qu'on en peut juger, occupe un arpent de terre, et paroît s'étendre à une assez grande profondeur, quoiqu'elle n'ait été encore exploitée qu'à celle de deux ou trois toises : les couches supérieures sont fort minces et divisées par un grand nombre de fentes perpendiculaires ; elles sont moins dures que celles qui sont situées plus bas. Cette pierre ne contient aucune impression de coquilles, mais elle renferme plusieurs matières hétérogènes, comme du silex entre les couches, et même dans les fentes perpendiculaires, des pyrites qui sont comme incorporées avec la substance de la pierre, et enfin des morceaux de charbon. Vous pourrez, monsieur, voir par vous-même la manière dont ces matières étrangères y sont renfermées, en jetant les yeux sur les morceaux de pierre que je vais avoir l'honneur de vous envoyer au Jardin du Roi, et que vous m'aviez demandés..... J'ai trouvé aussi des pyrites enchâssées dans des pierres d'une carrière voisine de celle de Condat, ayant la même composition intérieure, et ne contenant point de coquilles; ces deux carrières occupent les deux côtés d'un très petit vallon qui les sépare, et sont à peu près à la même hauteur... et toutes deux sont situées au bas de plusieurs montagnes dont les sommets sont composés de pierres calcinables d'ancienne formation, et d'un grain bien moins fin que celui des pierres de Condat, qui seules ont cette blancheur éclatante et cette facilité à recevoir un beau poli qui les font employer à la place du marbre. »

ces carrières parasites doit être regardée comme une agrégation d'un grand nombre d'incrustations ou concrétions pierreuses, superposées et stratifiées les unes sur les autres. Elles prennent avec le temps plus ou moins de consistance et de dureté, suivant leur degré de pureté, ou selon les mélanges qui sont entrés dans leur composition. Il y a de ces concrétions, telles que les albâtres, qui reçoivent le poli; d'autres qu'on peut comparer à la craie par leur blancheur et leur légèreté; d'autres qui ressemblent plus au tuf. Ces lits de pierre de seconde et de troisième formation sont ordinairement séparés les uns des autres par des joints ou délits horizontaux assez larges, et qui sont remplis d'une matière pierreuse, moins pure et moins liée, que l'on nomme *bousin*, tandis que, dans les pierres de première formation, les délits horizontaux sont remplis de spath. On peut encore remarquer que, dans les pierres de première formation, il y a plus de solidité, plus d'adhérence entre les grains, dans le sens horizontal que dans le sens vertical; en sorte qu'il est plus aisé de les fendre ou casser verticalement qu'horizontalement, au lieu que, dans les pierres de seconde et troisième formation, il est à peu près également aisé de les travailler dans tous les sens. Enfin, dans les pierres d'ancienne formation, les bancs ont d'autant plus d'épaisseur et de solidité qu'ils sont situés plus bas, au lieu que les lits de formation moderne ne suivent aucun ordre, ni pour leur dureté ni pour leur épaisseur. Ces différences, très apparentes, suffisent pour qu'on puisse reconnoître et distinguer au premier coup d'œil une carrière d'ancienne ou de nouvelle pierre.

Mais, outre ces couches de première, de seconde, et de troisième formation, dans lesquelles la pierre calcaire est en masses uniformes ou par bancs composés de grains plus ou moins fins, on trouve en quelques endroits des amas entassés et très étendus de pierres arrondies et liées ensemble par un ciment pierreux, ou séparées par des cavités remplies d'une terre presque aussi dure que les pierres avec lesquelles elle fait masse continue, et si solide qu'on ne peut en détacher des blocs qu'au moyen de la poudre. Ces couches de pierres arrondies sont peut-être d'une date aussi nouvelle que celles des carrières parasites de dernière formation. La finesse du grain de ces pierres arrondies, leur résistance à l'action du feu, plus grande que celle des autres pierres à chaux, le peu de profondeur où se trouve la base de leurs amas, la force même de ces pierres, qui semble démontrer qu'elles ont été roulées, tout se réunit pour faire croire que ce sont des blocs en débris de pierres plus ou moins anciennes, lesquels ont été arrondis par le frottement, et ensuite liés ensemble par une terre mêlée d'une assez grande quantité de substance spathique pour se durcir et faire corps avec ces pierres.

Nous devons encore citer ici d'autres pierres en blocs, qui d'abord étoient liées ensemble par des terres durcies, et qui se sont ensuite séparées lorsque ce ciment terreux a été dissous ou délayé par les éléments humides : on trouve dans le lit de plusieurs rivières un très grand nombre de ces pierres calcaires arrondies en petit ou gros volume, et à des distances considérables des montagnes dont elles sont descendues[1].

1. Dans le Rhône et dans les rivières et ruisseaux qui descendent du

Et c'est à cette même interposition de matière terreuse entre ces blocs en débris qu'on doit attribuer l'origine des pierres trouées qu'on rencontre si communément dans les petites gorges et vallons où les eaux ont autrefois coulé en ruisseaux, qui depuis ont tari ou ne coulent plus que pendant une partie de l'année; ces eaux ont peu à peu délayé la terre contenue dans les intervalles de la masse de ces pierres, qui se présentent actuellement avec tous leurs vides, souvent trop grands pour qu'elles puissent être employées dans la maçonnerie. Ces pierres à grands trous ne peuvent aussi être taillées régulièrement; elles se brisent sous le marteau, et tiennent ordinairement plus ou moins de la mauvaise qualité de la *roche morte*, qui se divise par écailles ou en morceaux irréguliers : mais lorsque ces pierres ne sont percées que de petits trous de quelques lignes de diamètre, on les préfère pour bâtir, parce qu'elles sont plus légères, et qu'elles reçoivent et saisissent mieux le mortier que les pierres pleines.

Il y a dans le genre calcaire, comme dans le vitreux, des pierres vives et d'autres qu'on peut appeler *mortes*, parce qu'elles ont perdu les principes de leur solidité et qu'elles sont en partie décomposées : ces roches mortes se trouvent le plus souvent au pied des collines, environnent leur base à quelques toises de hauteur et d'épaisseur, au delà desquelles on trouve la roche vive sur le même niveau : ce qui suffit pour démontrer que cette roche aujourd'hui morte étoit

mont Jura, dont tous les contours sont de pierres calcaires jusqu'à une grande hauteur, on trouve une très grande quantité de ces pierres calcaires arrondies, à plusieurs lieues de distance de ces montagnes.

jadis aussi vive que l'autre ; mais qu'étant exposée aux impressions de l'air, de la gelée, et des pluies, elle a subi les différentes altérations qui résultent de leur action long-temps continuée, et qui tendent toutes à la désunion de leurs parties constituantes, soit en interrompant leur continuité, soit en décomposant leur substance.

On voit déjà que, quoiqu'en général toutes les pierres calcaires aient une première origine commune, et que toutes soient essentiellement de la même nature, il y a de grandes différences entre elles pour les temps de leur formation, et une diversité encore plus grande dans leurs qualités particulières. Nous avons parlé des différents degrés de leur dureté, qui s'étendent de la craie jusqu'au marbre : la craie, dans ses couches supérieures, est souvent plus tendre que l'argile sèche ; et le marbre le plus dur ne l'est jamais autant, à beaucoup près, que le quartz ou le jaspe : entre ces deux extrêmes, on trouve toutes les nuances du plus ou moins de dureté dans les pierres calcaires, soit de première, soit de seconde ou de troisième formation ; car, dans ces dernières carrières, on rencontre quelquefois des lits de pierre aussi dure que dans les couches anciennes, comme la pierre de *liais*, qui se tire dans les environs de Paris, et dont la dureté vient de ce qu'elle est surmontée de plusieurs bancs d'autres pierres, dont elle a reçu les sucs pétrifiants.

Le plus ou moins de dureté des pierres dépend de plusieurs circonstances, dont la première est celle de leur situation au dessous d'une plus ou moins grande épaisseur d'autres pierres ; et la seconde la finesse des grains et la pureté des matières dont elles sont for-

mées : leur force d'affinité s'étant exercée avec d'autant plus de puissance que la matière étoit plus pure et que les grains se sont trouvés plus fins, c'est à cette cause qu'il faut attribuer la première solidité de ces pierres, et cette solidité se sera ensuite fort augmentée par les sucs pierreux continuellement infiltrés des bancs supérieurs dans les inférieurs. Ainsi c'est à ces causes, toutes deux évidentes, qu'on doit rapporter les différences de la dureté de toutes les pierres calcaires pures; car nous ne parlons pas encore ici de certains mélanges hétérogènes qui peuvent augmenter leur dureté : le fer, les minéraux métalliques, et l'argile même, produisent cet effet lorsqu'ils se trouvent mêlés avec la matière calcaire en proportion convenable.

Une autre différence qui, sans être essentielle à la nature de la pierre, devient très importante pour l'emploi qu'on en fait, c'est de résister ou non à l'action de la gelée : il y a des pierres qui, quoique en apparence d'une consistance moins solide que d'autres, résistent néanmoins aux impressions du plus grand froid, et d'autres qui, malgré leur dureté et leur solidité apparente, se fendent et tombent en écailles plus ou moins promptement lorsqu'elles sont exposées aux injures de l'air. Ces pierres *gelisses* doivent être soigneusement rejetées de toutes les constructions exposées à l'air et à la gelée; néanmoins elles peuvent être employées dans celles qui en sont à l'abri. Ces pierres commencent par se fendre, s'éclater en écailles, et finissent par se réduire avec le temps en graviers et en sables[1].

1. M. Dumorey, habile ingénieur et constructeur très expérimenté,

On reconnoîtra donc les pierres gelisses aux caractères ou plutôt aux défauts que je vais indiquer : elles sont ordinairement moins pesantes[1] et plus poreuses que les autres ; elles s'imbibent d'eau beaucoup plus aisément : on n'y voit pas ces points brillants qui, dans les bonnes pierres, sont les témoins du spath ou suc lapidifique dont elles sont pénétrées ; car la résistance qu'elles opposent à l'action de la gelée ne dépend pas seulement de leur tissu plus serré, puisqu'il se trouve aussi des pierres légères et très poreuses qui ne sont pas gelisses, et dont la cohérence des grains est si forte que l'expansion de l'eau gelée dans leurs interstices n'a pas assez de force pour les désunir, tandis que, dans d'autres pierres plus pesantes et moins poreuses, cet effet

m'a donné quelques remarques sur ce sujet. « J'ai, m'a-t-il dit, constamment observé que les pierres gelisses se fendent parallèlement à leur lit de carrière, et très rarement dans le sens vertical : celle dont le grain est lisse et luisant est plus sujette à geler que la pierre dont le grain paroît rond, ou plutôt *grenu*.

» On peut tenir pour certain que plus le grain de la pierre est aplati et luisant dans ses fractures, et plus cette pierre est gelisse : toutes les carrières de Bourgogne que j'ai observées portent ce caractère ; il est surtout très sensible dans celles où il se trouve entre plusieurs bancs gelisses un seul qui soit exempt de ce défaut, comme on peut l'observer à la carrière de Saint-Siméon, à la porte d'Auxerre, et dans les carrières de Givry près Châlons-sur-Saône, où la pierre qui reçoit le poli gèle, et celle dont le grain est rond et ne peut se polir ne gèle point. Je présume que cette différence vient de ce que l'expansion de l'eau gelée se fait plus aisément entre les interstices des grains de la pierre, qu'elle ne peut se faire entre les lames de celle qui est formée par des couches horizontales très minces ; ce qui les rend luisantes et naturellement polies dans leurs fractures. »

1. Le poids des pierres calcaires les plus denses n'excède guère deux cents livres le pied cube, et celui des moins denses cent soixante-quinze livres ; toutes les pierres gelisses approchent plus de cette dernière limite que de la première.

de la gelée est assez violent pour les diviser, et même pour les réduire en écailles et en sables.

Pour expliquer ce fait, auquel peu de gens ont fait attention, il faut se rappeler que toutes les pierres calcaires sont composées ou des détriments des coquilles, ou des sables et graviers provenant des débris des pierres précédemment formées de ces mêmes détriments liés ensemble par un ciment qui n'est lui-même qu'un extrait de ce qu'il y a de plus homogène et de plus pur dans la matière calcaire : lorsque ce suc lapidifique en a rempli tous les interstices, la pierre est alors aussi dense, aussi solide, et aussi pleine qu'elle peut l'être; mais quand ce suc lapidifique, en moindre quantité, n'a fait que réunir les grains sans remplir leurs intervalles, et que les grains eux-mêmes n'ont pas été pénétrés de cet élément pétrifiant, qu'enfin ils n'ont pas encore été pierre compacte, mais une simple craie ou poussière de coquilles, dont la cohésion est foible, l'eau se glaçant dans tous les petits vides de ces pierres, qui s'en imbibent aisément, rompt tout aussi aisément les liens de leur cohésion, et les réduit en assez peu de temps en écailles et en sables; tandis qu'elle ne fait aucun effet avec les mêmes efforts contre la ferme cohérence des pierres tout aussi poreuses; mais dont les grains précédemment pétrifiés ne peuvent ni s'imbiber ni se gonfler par l'humidité, et qui, se trouvant liés ensemble par le suc pierreux, résistent, sans se désunir, à la force expansive de l'eau qui se glace dans leurs interstices.

En observant la composition des pierres dans les couches d'ancienne formation nous reconnoîtrons, à n'en pouvoir douter, que ces couches, pour la plu-

part, sont composées de graviers, c'est-à-dire de débris d'autres pierres encore plus anciennes, et qu'il n'y a guère que les couches de craie qu'on puisse regarder comme produites immédiatement par les détriments des coquilles. Cette observation semble reculer encore de beaucoup la date de la naissance des animaux à coquilles, puisque, avant la formation de nos rochers calcaires, il existoit déjà d'autres rochers de même nature, dont les débris ont servi à leur construction; ces débris ont quelquefois été transportés sans mélange par le mouvement des eaux, d'autres fois ils se sont trouvés mêlés de coquilles, ou bien les graviers et les coquilles auront été déposés par lits alternatifs : car les coquilles sont rarement dispersées dans toute la hauteur des bancs calcaires; souvent, sur une douzaine de ces bancs, tous posés les uns sur les autres, il ne s'en trouvera qu'un ou deux qui contiennent des coquilles, quoique l'argile, qui d'ordinaire leur sert de base, soit mêlée d'un très grand nombre de coquilles dispersées dans toute l'étendue de ces couches, ce qui prouve que dans l'argile, où l'eau, n'ayant pas pénétré, n'a pu les décomposer, elles se sont mieux conservées que dans les couches de matière calcaire, où elles ont été dissoutes et ont formé ce suc pétrifiant qui a rempli les pores des bancs inférieurs, et a lié les grains de la pierre qui les compose.

Car c'est à la dissolution des coquilles et des poussières de craie et de pierre qu'on doit attribuer l'origine de ce suc pétrifiant; et il n'est pas nécessaire d'admettre dans ce liquide des qualités semblables à celles des sels, comme l'ont imaginé quelques physiciens pour expliquer la dureté que ce suc donne aux

corps qu'il pénètre : on pèche toujours en physique lorsqu'on multiplie les causes sans nécessité ; car il suffit ici de considérer que ce liquide ou suc pétrifiant n'est que de l'eau chargée des molécules les plus fines de la matière pierreuse, et que ces molécules, toutes homogènes et réduites à la plus grande ténuité, venant à se réunir par leur force d'affinité, forment elles-mêmes une matière homogène, transparente, et assez dure, connue sous le nom de *spar* ou *spath calcaire*, et que, par la même raison de leur extrême ténuité, ces molécules peuvent pénétrer tous les pores des matières calcaires qui se trouvent au dessous des premiers lits dont elles découlent; qu'enfin et par conséquent elles doivent augmenter la densité et la dureté de ces pierres en raison de la quantité de ce suc qu'elles auront reçu dans leurs pores. Supposant donc que le banc supérieur, imbibé par les eaux, fournisse une certaine quantité de ces molécules pierreuses, elles descendront par stillation et se fixeront en partie dans toutes les cavités et les pores des bancs inférieurs où l'eau pourra les conduire et les déposer; et cette même eau, en traversant successivement les bancs, et détachant partout un grand nombre de ces molécules, diminue la densité des bancs supérieurs et augmente celle des bancs inférieurs.

Le dépôt de ce liquide pétrifiant se fait par une cristallisation plus ou moins parfaite, et se manifeste par des points plus ou moins brillants, qui sont d'autant plus nombreux que la pierre est plus pétrifiée, c'est-à-dire plus intimement et plus pleinement pénétrée de cette matière spathique; et c'est par la raison contraire qu'on ne voit guère de ces points brillants

dans les premiers lits des carrières qui sont à découvert, et qu'il n'y en a qu'un petit nombre dans ces premiers lits lorsqu'ils sont recouverts de sables ou de terres, tandis que, dans les lits inférieurs, la quantité de cette substance spathique et brillante surpasse quelquefois la première matière pierreuse. Dans cet état, la pierre est vive et résiste aux injures des éléments et du temps; la gelée ne peut en altérer la solidité, au lieu que la pierre est morte dès qu'elle est privée de ce suc, qui seul entretient sa force de résistance à l'action des causes extérieures : aussi tombe-t-elle avec le temps en sables et en poussières qui ont besoin de nouveaux sucs pour se pétrifier.

On a prétendu que la cristallisation en rhombes étoit le caractère spécifique du spath calcaire, sans faire attention que certaines matières vitreuses ou métalliques et sans mélange de substance calcaire sont cristallisées de même en rhombes, et que d'ailleurs, quoique le spath calcaire semble affecter de préférence la figure rhomboïdale, il prend aussi des formes très différentes; et nos *cristallographes*, en voulant emprunter des géomètres la manière dont un rhombe peut devenir un octaèdre, une pyramide, et même une lentille (parce qu'il se trouve du spath lenticulaire), n'ont fait que substituer des combinaisons idéales aux faits réels de la nature. Il en est de cette cristallisation en rhombes comme de toutes les autres : aucune ne fera jamais un caractère spécifique, parce que toutes varient pour ainsi dire à l'infini, et que non seulement il n'y a guère de formes de cristallisation qui ne soient communes à plusieurs substances de nature différente, mais que réciproquement il y a peu de substances

de même nature qui n'offrent différentes formes de cristallisation; témoin la prodigieuse variété de formes des spaths calcaires eux-mêmes : en sorte qu'il seroit plus que précaire d'établir des différences ou des ressemblances réelles et essentielles par ce caractère variable et presque accidentel.

Ayant examiné les bancs de plusieurs collines de pierre calcaire, j'ai reconnu presque partout que le dernier banc, qui sert de base aux autres et qui porte sur la glaise, contient une infinité de particules spathiques brillantes, et beaucoup de cristallisations de spath en assez grands morceaux; en sorte que le volume de ces dépôts du suc lapidifique est plus considérable que le volume de la première matière pierreuse déposée par les eaux de la mer. Si l'on sépare les parties spathiques, on voit que l'ancienne matière pierreuse n'est que du gravier calcaire, c'est-à-dire des détriments de pierre encore plus ancienne que celle de ce banc inférieur, qui néanmoins a été formé le premier dans ce lieu par les sédiments des eaux. Il y a donc eu d'autres rochers calcaires qui ont existé dans le sein de la mer avant la formation des rochers de nos collines, puisque les bancs situés au dessous de tous les autres bancs ne sont pas simplement composés de coquilles, mais plutôt de gravier et d'autres débris de pierres déjà formées; il est même assez rare de trouver dans ce dernier temps quelques vestiges de coquilles, et il paroît que ce premier dépôt des sédiments ou du transport des eaux n'est qu'un banc de sable et de gravier calcaire sans mélange de coquilles, sur lequel les coquillages vivants se sont ensuite établis et ont laissé leurs dépouilles, qui bientôt

auront été mêlées et recouvertes par d'autres débris pierreux amenés et déposés comme ceux du premier banc : car les coquilles, comme je viens de le dire, ne se trouvent pas dans tous les bancs, mais seulement dans quelques uns; et ces bancs coquilleux sont pour ainsi dire interposés entre les autres bancs, dont la pierre est uniquement composée de graviers et de détriments pierreux.

Par ces considérations, tirées de l'inspection même des objets, ne doit-on pas présumer, comme je l'ai ci-devant insinué, qu'il a fallu plus de temps à la nature que je n'en ai compté pour la formation de nos collines calcaires, puisqu'elles ne sont que les décombres immenses de ses premières constructions dans ce genre? Seulement on pourroit se persuader que les matériaux de ces anciens rochers, qui ont précédé les nôtres, n'avoient pas acquis dans l'eau de la mer la même dureté que celle de nos pierres, et que, par leur peu de consistance, ils auront été réduits en sable et transportés aisément par le mouvement des eaux; mais cela ne diminue que de très peu l'énormité du temps, puisqu'il a fallu que ces coquillages se soient habitués et qu'ils aient vécu, et se soient multipliés sans nombre, avant d'avoir péri sur les lits où leurs dépouilles gisent aujourd'hui en bancs d'une si grande étendue et en masses aussi prodigieuses. Ceci même peut encore se prouver par les faits; car on trouve des bancs entiers, quelquefois épais de plusieurs pieds, composés en totalité d'une seule espèce de coquillages, dont les dépouilles sont toutes couchées sur la même face et au même niveau. Cette régularité dans leur position, et la présence d'une seule espèce à l'ex-

clusion de toutes les autres, semblent démontrer que ces coquilles n'ont pas été amenées de loin par les eaux, mais que les bancs où elles se trouvent se sont formés sur le lieu même, puisqu'en supposant les coquilles transportées elles se trouveroient mêlées d'autres coquilles, et placées irrégulièrement en tous sens avec les débris pierreux amenés en même temps, comme on le voit dans plusieurs autres couches de pierre. La plupart de nos collines ne sont donc pas formées par des dépôts successifs amenés par un mouvement uniforme et constant : il faut nécessairement admettre des repos dans ce grand travail, des intervalles considérables de temps entre les dates de la formation de chaque banc, pendant lesquels intervalles certaines espèces de coquillages auront habité, véca, multiplié sur ce banc, et formé le lit coquilleux qui le surmonte ; il faut accorder encore du temps pour que d'autres sédiments de graviers et de matières pierreuses aient été transportés et amenés par les eaux pour recouvrir ce dépôt de coquilles.

En ne considérant la nature qu'en général, nous avons dit que soixante-seize mille ans d'ancienneté suffisoient pour placer la suite de ses plus grands travaux sur le globe terrestre, et nous avons donné la raison pour laquelle nous nous sommes restreints à cette limite de durée, en avertissant qu'on pourroit la doubler, et même la quadrupler si l'on vouloit se trouver parfaitement à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. En effet, lorsqu'on examine en détail la composition de ces mêmes ouvrages, chaque point de cette analyse augmente la durée et recule les limites de ce temps, trop immense pour l'imagina-

tion, et néanmoins trop court pour notre jugement.

Au reste, la pétrification a pu se faire au fond de la mer tout aussi facilement qu'elle s'opère à la surface de la terre; les marbres qu'on a tirés sous l'eau vers les côtes de Provence, les albâtres de Malte, les pierres des Maldives, les rochers calcaires durs qui se trouvent sur la plupart des hauts-fonds dans toutes les mers, sont des témoins irrécusables de cette pétrification sous les eaux : le doute de quelques physiciens à cet égard étoit fondé sur ce que le suc pétrifiant se forme sous nos yeux par la stillation des eaux pluviales dans nos collines calcaires, dont les pierres ont acquis, par un long desséchement, leur solidité et leur dureté; au lieu que, dans la mer, ils présumoient qu'étant toujours pénétrées d'humidité ces mêmes pierres ne pouvoient acquérir le dernier degré de leur consistance. Mais, comme je viens de le dire, cette présomption est démentie par les faits : il y a des rochers au fond des eaux tout aussi durs que ceux de nos terres les plus sèches; les amas de graviers ou de coquilles, d'abord pénétrés d'humidité, et sans cesse baignés par les eaux, n'ont pas laissé de se durcir avec le temps par le seul rapprochement et la réunion de leurs parties solides; plus elles se seront rapprochées, plus elles auront exclu les parties humides; le suc pétrifiant, distillant continuellement de haut en bas, aura, comme dans nos rochers terrestres, achevé de remplir les interstices et les pores des bancs inférieurs de ces rochers sous-marins. On ne doit donc pas être étonné de trouver au fond des mers, à de très grandes distances de toute terre, de trouver, dis-je, avec la sonde, des graviers calcaires aussi durs, aussi

pétrifiés, que nos graviers de la surface de la terre. En général, on peut assurer qu'il s'est fait, se fait, et se fera partout une conversion successive de coquilles en pierres, de pierres en graviers, et de graviers en pierres, selon que ces matières se trouvent remplies ou dénuées de cet extrait tiré de leur propre substance, qui seul peut achever l'ouvrage commencé par la force des affinités, et compléter celui de la pleine pétrification.

Et cet extrait sera lui-même d'autant plus pur et plus propre à former une masse plus solide et plus dure, qu'il aura passé par un plus grand nombre de filières : plus il aura subi de filtrations depuis le banc supérieur, plus ce liquide pétrifiant sera chargé de molécules denses, parce que la matière des bancs inférieurs étant déjà plus dense, il ne peut en détacher que des parties de même densité. Nous verrons dans la suite que c'est à de doubles et triples filtrations qu'on doit attribuer l'origine de plusieurs stalactites du genre vitreux ; et quoique cela ne soit pas aussi apparent dans le genre calcaire, on voit néanmoins qu'il y a des spaths plus ou moins purs, et même plus ou moins durs, qui nous représentent les différentes qualités du suc pétrifiant, dont ils ne sont que le résidu, ou, pour mieux dire, la substance même cristallisée et séparée de son eau superflue.

Dans les collines dont les flancs sont ouverts par des carrières coupées à pic, l'on peut suivre les progrès et reconnoître les formes différentes de ce suc pétrifiant et pétrifié : on verra qu'il produit communément ces concrétions de même nature que la matière à travers laquelle il a filtré ; si la colline est de

craie et de pierre tendre sous la couche de terre végétale, l'eau, en passant dans cette première couche, et s'infiltrant ensuite dans la craie, en détachera et entraînera toutes les molécules dont elle pourra se charger, et elle les déposera aux environs de ces carrières en forme de concrétions branchues et quelquefois fistuleuses, dont la substance est composée de poudre calcaire mêlée avec de la terre végétale, et dont les masses réunies forment un tuf plus léger et moins dur que la pierre ordinaire. Ces tufs ne sont en effet que des amas de concrétions, où l'on ne voit ni fentes perpendiculaires ni délits horizontaux, où l'on ne trouve jamais de coquilles marines, mais souvent de petits coquillages terrestres et des impressions de plantes, particulièrement de celles qui croissent sur le terrain de la colline même ; mais lorsque l'eau s'infiltre dans les bancs d'une pierre plus dure, il lui faut plus de temps pour en détacher des particules, parce qu'elles sont plus adhérentes et plus denses que dans la pierre tendre ; et dès lors les concrétions formées par la réunion de ces particules denses deviennent des congélations à peu près aussi solides que les pierres dont elles tirent leur origine ; la plupart seront même à demi transparentes, parce qu'elles ne contiennent que peu de matières hétérogènes en comparaison des tufs et des concrétions impures dont nous venons de parler. Enfin, si l'eau filtre à travers les marbres et autres pierres les plus compactes et les plus pétrifiées, les congélations ou stalactites seront alors si pures, qu'elles auront la transparence du cristal. Dans tous les cas, l'eau dépose ce suc pierreux partout où elle peut s'arrêter et demeu-

rer en repos, soit dans les fentes perpendiculaires, soit entre les couches horizontales des rochers; et, par ce long séjour entre ces couches, le liquide pétifiant pénètre les bancs inférieurs et en augmente la densité.

On voit, par ce qui vient d'être exposé, que les pierres calcaires ne peuvent acquérir un certain degré de dureté qu'autant qu'elles sont pénétrées d'un suc déjà pierreux; qu'ordinairement les premières couches des montagnes calcaires sont de pierre tendre, parce qu'étant les plus élevées elles n'ont pu recevoir ce suc pétrifiant, et qu'au contraire elles l'ont fourni aux couches inférieures. Et lorsqu'on trouve de la pierre dure aux sommets des collines, on peut s'assurer, en considérant le local, que ces sommets de collines ont été, dans le commencement, surmontés d'autres bancs de pierre, lesquels ensuite ont été détruits. Cet effet est évident dans les collines isolées, elles sont toujours moins élevées que les montagnes voisines; et, en prenant le niveau du banc supérieur de la colline isolée, on trouvera à la même hauteur, dans les collines voisines, le banc correspondant et d'égale dureté surmonté de plusieurs autres bancs dont il a reçu les sucs pétrifiants, et par conséquent le degré de dureté qu'il a conservé jusqu'à ce jour. Nous avons expliqué comment les courants de la mer ont dû rabaisser les sommets de toutes les collines isolées; et il n'y a eu nul changement, nulle altération, dans les couches de ces pierres depuis la retraite des mers, sinon dans celles où le banc supérieur s'est trouvé exposé aux injures de l'air, ou recouvert d'une trop petite épaisseur de terre végétale. Ce premier

lit s'est en effet délité horizontalement et fendu verticalement; et c'est là d'où l'on tire ces pierres calcaires dures et minces que l'on nomme *laves* en plusieurs provinces, et dont on se sert, au lieu de tuiles, pour couvrir les maisons rustiques[1] : mais, immédiatement au dessous de ce lit de pierres minces, on retrouve les bancs solides et épais qui n'ont subi aucune altération, et qui sont encore tels qu'ils ont été formés par le transport et le dépôt des eaux de la mer.

En remontant de nos collines isolées aux carrières des hautes montagnes calcaires, dont les bancs supérieurs n'ont point été détruits, on observera partout que ces bancs supérieurs sont les plus minces, et que les inférieurs deviennent d'autant plus épais qu'ils sont situés plus bas. La cause de cette différence me paroît encore simple. Il faut considérer chaque banc de pierre comme composé de plusieurs petits lits stratifiés les uns sur les autres : or, à mesure que l'eau pénètre et descend à travers les masses de gravier ou de craie, elle se charge de plus en plus des molécules qu'elle en détache; et, dès qu'elle est arrêtée par un lit de pierre plus compacte, elle dépose sur ce lit une partie des molécules dont elle étoit chargée, et entraîne le reste dans les pores et jusqu'à la surface inférieure de ce lit, et même sur la surface supérieure du lit au dessous. L'épaisseur des deux lits augmente donc en même temps, et leurs surfaces

1. Il ne faut pas confondre ces pierres calcaires en *laves* avec les *laves* de grès feuilleté dont nous avons parlé ci-devant; et bien moins encore avec les véritables *laves volcaniques*, qui sont d'une toute autre nature.

se rapprochent, pour ainsi dire, par l'addition de cette nouvelle matière; enfin ces petits lits se joignent et ne forment plus qu'un seul et même lit qui se réunit de même à un troisième lit, en sorte que plus il y a de matière lapidifique amenée par la stillation des eaux, plus il se fait de réunion des petits lits, dont la somme fait l'épaisseur totale de chaque banc, et par conséquent cette épaisseur doit être plus grande dans les bancs inférieurs que dans les supérieurs, puisque c'est aux dépens de ceux-ci que leurs joints se remplissent et que leurs surfaces se réunissent.

Pour reconnoître évidemment ce produit du travail de l'eau, il ne faut que fendre une pierre dans le sens de son lit de carrière : en la divisant horizontalement, on verra que les deux surfaces intérieures qu'on vient de séparer sont réciproquement hérissées d'un très grand nombre de petits mamelons qui se correspondent alternativement, et qui ont été formés par le dépôt des stillations de l'eau; la pierre délitée dans ce sens présente une cassure spathique qui est partout convexe et concave, et comme ondée de petites éminences, au lieu que la cassure dans le sens vertical n'offre aucun de ces petits mamelons, mais le grain seul de la pierre.

Comme ce travail de l'eau chargée du suc pétrifiant a commencé de se faire sur les pierres calcaires dès les premiers temps de leur formation, et qu'il s'est fait sous les eaux par l'infiltration de l'eau de la mer, et sur la terre par la stillation des eaux pluviales, on ne doit pas être étonné de la grande quantité de matière spathique qui en est le produit : non seulement cette matière a formé le ciment de tous les

marbres et des autres pierres dures, mais elle a pénétré et pétrifié chaque particule de la craie et des autres détriments immédiats des coquilles, pour les convertir en pierre; elle a même formé de nouvelles pierres en grandes masses, telles que les albâtres, comme nous le prouverons dans l'article suivant. Souvent cette matière spathique s'est accumulée dans les fentes et les cavités des rochers, où elle se présente en petits volumes cristallisés, et quelquefois en blocs irréguliers, qui, par la finesse de leurs grains et le grand nombre de points brillants qu'ils offrent à la cassure, démontrent leur origine et leur composition toujours plus ou moins pure à mesure que cette matière spathique y est plus ou moins abondante.

Ce spath, cet extrait le plus pur des substances calcaires, est donc le ciment de toutes les pierres de ce genre, comme le suc cristallin, qui n'est qu'un extrait des matières vitreuses, est aussi le ciment de toutes les pierres vitreuses de seconde et de troisième formation; mais, indépendamment de ces deux ciments, chacun analogue aux substances qu'ils pénètrent, et dont ils réunissent et consolident les parties intégrantes, il y a une autre sorte de *gluten* ou ciment commun aux matières calcaires et aux substances formées des débris de matières vitreuses, dont l'effet est encore plus prompt que celui du suc pétrifiant, calcaire, ou vitreux. Ce *gluten* est le bitume, qui, dès le premier temps de la mort et de la décomposition des êtres organisés, s'est formé dans le sein de la terre, et a imprégné les eaux de la mer, où il se trouve quelquefois en grande quantité. Il y a de certaines plages voisines des côtes de la Sicile, près de Mes-

sine, et de celles de Cadix en Espagne [1], où l'on a observé qu'en moins d'un siècle les graviers, les petits cailloux, et les sables, de quelque nature qu'ils soient, se réunissent en grandes masses dures et solides, et dont la pétrification sous l'eau ne fait que s'augmenter et se consolider de plus en plus avec le temps. Nous en parlerons plus en détail lorsqu'il sera question des pierres mélangées de détriments calcaires et de débris vitreux; mais il est bon de reconnoître d'avance l'existence de ces trois *glutens* ou ciments différents, dont le premier et le second, c'est-à-dire le suc cristallin et le suc spathique, réunis au bitume, ont augmenté la dureté des pierres de ces deux genres lorsqu'elles se sont formées sous l'eau. Ce dernier ciment paroît être celui de la plupart des pierres schisteuses, dans lesquelles il est souvent assez abondant pour les rendre inflammables; et quoique la présence de ce ciment ne soit pas évidente dans les pierres calcaires, l'odeur qu'elles exhalent

1. Cadix est situé dans une presqu'île, sur des rochers, où vient se briser la mer. Ces rochers sont un mélange de différentes matières, comme marbre, quartz, spath, cailloux, et coquilles réduites en mortier avec le sable et le *gluten* ou bitume de la mer, lequel est si puissant dans cet endroit, que l'on observe dans les décombres qu'on y jette que les briques, les pierres, le sable, le plâtre, les coquilles, etc., se trouvent, après un certain temps, si bien unis et attachés ensemble, que le tout ne paroît qu'un morceau de pierre. (*Histoire naturelle d'Espagne,* par M. Bowles.)

M. le prince de Piguatelli d'Egmont, amateur très éclairé de toutes les grandes et belles connoissances, a eu la bonté de me donner, pour le Cabinet du Roi, un morceau de cette même nature, tiré sur le rivage de la mer de Sicile, où cette pétrification s'opère en très peu de temps. Fazelli, *de Rebus siculis,* attribue à l'eau du détroit de Charybde cette propriété de cimenter le gravier de ses rivages.

lorsqu'on les taille indique qu'il est entré de la matière inflammable dans leur composition.

Mais revenons à notre objet principal; et, après avoir considéré la formation et la composition des pierres calcaires, suivons en détail l'examen des variétés de la nature dans leur décomposition. Après avoir vu les coupes perpendiculaires des rochers dans les carrières, il faut aussi jeter un coup d'œil sur les pierres errantes qui s'en sont détachées, et dont il y a trois espèces assez remarquables. Les pierres de la première sorte sont des blocs informes qui se trouvent communément sur la pente des collines et jusque dans les vallons; le grain de ces pierres est fin et semé de points brillants, sans aucun mélange ni vestige de coquilles : l'une des surfaces de ces blocs est hérissée de mamelons assez longs, la plupart figurés en cannelures et comme travaillés de main d'homme, tandis que les autres surfaces sont unies. On reconnoît donc évidemment le travail de l'eau sur ces blocs, dont la surface cannelée portoit horizontalement sur le banc duquel ils ont été détachés : leur composition n'est qu'un amas de congélations grossières, faites par les stillations de l'eau à travers une matière calcaire tout aussi grossière.

Les pierres de la seconde sorte ne sont pas des blocs informes; ils affectent au contraire des figures presque régulières. Ces blocs ne se trouvent pas communément sur la pente des collines ni dans leurs vallons, mais plutôt dans les plaines au dessus des montagnes calcaires, et la substance dont ils sont composés est ordinairement blanche : les uns sont irrégulièrement sphériques ou elliptiques, les autres

hémisphériques; et quelquefois on en trouve qui sont étroits dans leur milieu, et qui ressemblent à deux moitiés de sphère réunies par un collet. Ces sortes de blocs figurés présentent encore la forme de la substance des *astroïtes*, *cerveaux de mer*, etc., dont ils ne sont que les masses entières ou les fragments; leurs rides et leurs pores ont été remplis d'une matière blanche toute semblable à celle de ces productions marines. Les stries et les étoiles que l'on voit à la surface de plusieurs de ces blocs ne laissent aucun doute sur la première nature de ces pierres, qui n'étoient d'abord que des masses coquilleuses produites par les polypes et autres animaux de même genre, et qui, dans la suite, par l'addition et la pénétration du suc extrait de ces mêmes substances, sont devenues des pierres solides et même sonores.

La troisième espèce de ces pierres en blocs et en débris se trouve, comme la première, sur la pente des montagnes calcaires, et même dans leurs vallons; ces pierres sont plates comme le moellon commun, et presque toujours renflées dans leur milieu, et plus minces sur les bords, comme sont les galets; toutes sont colorées de gris foncé ou de bleu dans cette partie du milieu qui est toujours environnée d'une substance pierreuse blanchâtre, qui sert d'enveloppe à tous ces noyaux colorés [1], et qui a été formée

1. Aux bords de l'Albarine, surtout près de Saint-Denys, il y a une immensité de cailloux roulés (qui sont bien de terre calcaire, puisqu'on en fait de très bonne chaux); ils ont une croûte blanche à peu près concentrique, et un noyau d'un beau gris-bleu. Le hasard ne peut avoir fait que des fragments de blocs mêlés se soient usés et arrondis concentriquement suivant leurs couleurs : quelle peut donc être la for-

postérieurement à ces noyaux : néanmoins ils ne paroissent pas être d'une formation aussi ancienne que ceux de la seconde sorte ; car ils ne contiennent point de coquilles : leur couleur et les points brillants dont leur substance est parsemée indiquent qu'ils ont d'abord été formés par une matière pierreuse, imprégnée de fer ou de quelque autre minéral qui les a colorés, et qu'après avoir été séparés des rochers où ils se sont formés, ils ont été roulés et aplatis en forme de galets, et qu'enfin ce n'est qu'après tous ces mouvements et ces altérations qu'ils ont été saisis de nouveau par le liquide pétrifiant qui les a tous enveloppés séparément, et quelquefois réunis ensemble ; car on trouve de ces pierres à noyau coloré non seulement en gros blocs, mais même en grands bancs de carrières, qui toutes sont situées sur la pente et au pied des montagnes ou collines calcaires, dont ces blocs ne sont que les plus anciens débris.

On trouve encore sur les pentes douces des collines calcaires, dans les champs cultivés, une grande quantité de pétrifications de coquilles et de crustacés entières et bien conservées, que le soc de la charrue a détachées et enlevées du premier banc qui gît immédiatement sous la couche de terre végétale. Cela s'ob-

mation de ces cailloux? (*Lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon*, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.)

Je puis ajouter que, dans presque tous les pays dont les collines sont composées de pierres calcaires, il se trouve de ces pierres dont l'intérieur, plus anciennement formé que l'extérieur, est teint de gris ou de bleu, tandis que les couches supérieures et inférieures sont blanches ; ces pierres sont en moellons plats, et il ne leur manque, pour ressembler entièrement aux prétendus cailloux du Rhône, que d'avoir été roulés.

serve dans tous les lieux où ce premier banc est d'une pierre tendre et gelisse. Les morceaux de moellon que le soc enlève se réduisent en gravier et en poussière au bout de quelques années d'exposition à l'air, et laissent à découvert les pétrifications qu'ils contenoient, et qui étoient auparavant enveloppées dans la matière pierreuse : preuve évidente que ces pétrifications sont plus dures et plus solides que la matière qui les environnoit, et que la décomposition de la coquille a augmenté la densité de la portion de cette matière qui en a rempli la capacité intérieure; car ces pétrifications en forme de coquilles, quoique exposées à la gelée et à toutes les injures de l'air, y ont résisté sans se fendre ni s'égrener, tandis que les autres morceaux de pierre enlevés du même banc ne peuvent subir une seule fois l'action de la gelée sans s'égrener ou se diviser en écailles. On doit donc dans ce cas regarder la décomposition de la coquille comme la substance spathique qui a augmenté la densité de la matière pierreuse, contenue et moulée dans son intérieur, laquelle, sans cette addition de substance tirée de la coquille même, n'auroit pas eu plus de solidité que la pierre environnante. Cette remarque vient à l'appui de toutes les observations par lesquelles on peut démontrer que l'origine des pierres en général, et de la matière spathique en particulier, doit être rapportée à la décomposition des coquilles par l'intermède de l'eau. J'ai de plus observé que l'on trouve assez communément une espèce de pétrification dominante dans chaque endroit, et plus abondante qu'aucune autre : il y aura, par exemple, des milliers de cœurs de bœufs (*bucardites*) dans un can-

ton, des milliers de cornes d'ammon dans un autre, autant d'oursins dans un troisième, souvent seuls, ou tout au plus accompagnés d'autres espèces en très petit nombre; ce qui prouve encore que la matière des bancs où se trouvent ces pétrifications n'a pas été amenée et transportée confusément par le mouvement des eaux, mais que certains coquillages se sont établis sur le lit inférieur, et qu'après y avoir vécu et s'être multipliés en grand nombre, ils y ont laissé leurs dépouilles.

L'on trouve encore, sur la pente des collines calcaires, de gros blocs de pierres calcaires grossières, enterrées à une petite profondeur, qu'on appelle vulgairement des *pierres à four*, parce qu'elles résistent sans se fendre aux feux de nos fours et fourneaux, tandis que toutes les autres pierres qui résistent à la gelée et au plus grand froid ne peuvent supporter ce même degré de feu sans s'éclater avec bruit. Communément les pierres légères, poreuses, et gelisses, peuvent être chauffées jusqu'au point de se convertir en chaux sans se casser, tandis que les plus pesantes et les plus dures, sur lesquelles la gelée ne fait aucune impression, ne peuvent supporter la première action de ce même feu. Or notre pierre à four est composée de gros graviers calcaires détachés des rochers supérieurs, et qui, se trouvant recouverts par une couche de terre végétale, se sont fortement agglutinés par leurs angles sans se joindre de près, et ont laissé entre eux des intervalles que la matière spathique n'a pas remplis. Cette pierre criblée de petits vides n'est en effet qu'un amas de graviers durs, dont la plupart sont colorés de jaune ou de rougeâtre, et dont la

réunion ne paroît pas s'être faite par le suc spathique; car on n'y voit aucun de ces points brillants qui le décèlent dans les autres pierres auxquelles il sert de ciment. Celui qui lie les grains de ce gros gravier de la pierre à four n'est pas apparent, et peut-être est-il d'une autre nature ou en moindre quantité que le ciment spathique : on pourroit croire que c'est un extrait de la matière ferrugineuse qui a lié ces grains en même temps qu'elle leur a donné la couleur[1]; ou bien ce ciment, qui n'a pu se former que par la filtration de l'eau pluviale à travers la couche de terre végétale, est un produit de ces mêmes parties ferrugineuses et pyriteuses provenant de la dissolution des pyrites qui se sont effleuries par l'humidité dans cette terre végétale; car cette pierre à four, lorsqu'on la travaille, répand une odeur de soufre encore plus forte que celle des autres pierres. Quoi qu'il en soit, cette pierre à four, dont les grains sont gros et pesants, et dont la masse est néanmoins assez légère par la grandeur de ses vides, résiste sans se fendre au feu où les autres s'éclatent subitement : aussi l'emploie-t-on de préférence pour les âtres des fourneaux, les gueules de four, les contre-cœurs de cheminée, etc.

Enfin l'on trouve, au pied et sur la pente douce des collines calcaires, d'autres amas de gravier ou d'un sable plus fin, dans lesquels il s'est formé plusieurs lits de pierres inclinées suivant la pente du terrain, et qui se délitent très aisément selon cette même inclinaison. Ces pierres ne contiennent point de coquilles, et sont évidemment d'une formation nou-

1. Il me semble qu'on pourroit rapporter à notre pierre à four celle qu'on nomme *roussier* en Normandie.

velle ; leurs bancs inclinés n'ont guère plus d'un pied d'épaisseur et se divisent aisément en moellons plats, dont les deux surfaces sont unies. Ces pierres parasites ont été nouvellement formées par l'agrégation de ces sables ou graviers, et elles ne sont ni dures ni pesantes, parce qu'elles n'ont pas été pénétrées du suc pétrifiant, comme les pierres anciennes qui sont posées sous des bancs d'autres pierres.

La dureté, la pesanteur, et la résistance à l'action de la gelée, dans les pierres, dépendent donc principalement de la grande quantité de suc lapidifique dont elles sont pénétrées; leur résistance au feu suppose au contraire des pores très ouverts, et même d'assez grands vides entre les parties constituantes : néanmoins plus les pierres sont denses, plus il faut de temps pour les convertir en chaux. Ce n'est donc pas que la pierre à four se calcine plus difficilement que les autres; ce n'est pas qu'elle ne se réduise également en chaux; mais c'est parce qu'elle se calcine sans se fendre, sans s'écailler ni tomber en fragments, qu'elle a de l'avantage sur les autres pierres pour être employée aux fours et aux fourneaux : et il est aisé de voir pourquoi ces pierres en se calcinant ne se divisent ni ne s'égrènent; cela vient de ce que les vides, disséminés en grand nombre dans toute leur masse, donnent à chaque grain dilaté par la chaleur la facilité de se gonfler, s'étendre, et occuper plus d'espace, sans forcer les autres grains à céder leur place, au lieu que, dans les pierres pleines, la dilatation causée par la chaleur ne peut renfler les grains sans faire fendre la masse en d'autant plus d'endroits qu'elle sera plus solide.

Ordinairement les pierres tendres sont blanches, et celles qui sont plus dures ont des teintes de quelques couleurs; les grises et les jaunâtres, celles qui ont une nuance de rouge, de bleu, de vert, doivent toutes ces couleurs au fer ou à quelque autre minéral qui est entré dans leur composition; et c'est surtout dans les marbres que l'on voit toutes les variétés possibles des plus belles couleurs : les minéraux métalliques ont teint et imprégné la substance de toutes ces pierres colorées dès le premier temps de leur formation; car la pierre rousse même, dont on attribue la couleur aux parties ferrugineuses de la couche végétale, se trouve souvent fort au dessous de cette couche, et surmontée de plusieurs bancs qui n'ont point de couleur. Il en est de même de la plupart des marbres colorés : c'est dans le temps de leur formation et de leur première pétrification qu'ils ont reçu leurs couleurs par le mélange du fer ou de quelque autre minéral; et ce n'est que dans des cas particuliers et par des circonstances locales que certaines pierres ont été colorées par la stillation des eaux à travers la terre végétale.

Les couleurs, surtout celles qui sont vives ou foncées, appartiennent donc aux marbres et autres pierres calcaires d'ancienne formation; et, lorsqu'elles se trouvent dans des pierres de seconde et de troisième formation, c'est qu'elles y ont été entraînées avec la matière même de ces pierres par la stillation des eaux. Nous avons déjà parlé de ces carrières en lieu bas qui se sont formées aux dépens des rochers plus élevés; les pierres en sont communément blanches, et il n'y a que celles qui sont mêlées d'une petite quantité

d'argile ou de terre végétale qui soient colorées de jaune ou de gris. Ces carrières de nouvelles formation sont très communes dans les vallées et dans le voisinage des grandes rivières, et il est aisé d'en reconnoître l'origine et de suivre les progrès de leur établissement depuis le sommet des montagnes calcaires jusqu'aux plaines les plus basses.

On trouve quelquefois dans ces carrières de nouvelle formation des lits d'une pierre aussi dure que celle des bancs anciens dont elle tire son origine; cela dépend, dans ces nouvelles carrières comme dans les anciennes, de l'épaisseur des lits superposés : les inférieurs, recevant le suc pierreux des lits supérieurs, prendront tous les degrés de dureté et de densité à mesure qu'ils en seront pénétrés; mais les pierres qui se trouvent dans les plaines ou dans les vallées voisines des grandes rivières, disposées en lits horizontaux ou inclinés, n'ont été formées que des sédiments de craie ou de poussière de pierre qui primitivement ont été détachés des rochers, et atténués par le mouvement et l'impression de l'eau. Ce sont les torrents, les ruisseaux, et toutes les eaux courantes sur la terre découverte, qui ont amené ces poudres calcaires dans les vallées et les plaines, et qui souvent y ont mêlé des substances de toute nature. On ne trouve jamais de coquilles marines dans ces pierres, mais souvent des coquilles fluviatiles et terrestres[1] :

1. La pierre qu'on tire à peu de distance de la Seine, près de l'hôpital général de Paris, et dont j'ai parlé plus haut, est remplie de petites *vis*, qui sont communes dans les ruisseaux d'eau vive : cette pierre de la Seine ressemble à peu près aux pierres que l'on tire dans les vallées, entre la Saône et la Vingeanne, auprès du village de Tal-

on y a même trouvé des morceaux de fer[1] et de bois[2], travaillés de main d'homme; nous avons vu du charbon de bois dans quelques unes de ces pierres : ainsi l'on ne peut douter que toutes les carrières en lieu bas ne soient d'une formation moderne, qu'on doit dater depuis que nos continents, déjà découverts, ont été exposés aux dégradations de leurs parties, même les plus solides, par la gelée et par les autres injures des éléments humides. Au reste, toutes les pierres de ces basses carrières ne présentent qu'un grain plus ou moins fin, et très peu de ces points brillants qui indiquent la présence de la matière spathique : aussi sont-elles ordinairement plus légères et moins dures que la pierre des hautes carrières, dans lesquelles les bancs inférieurs sont de la plus grande densité.

may en Bourgogne. Je cite ce dernier exemple, parce qu'il démontre évidemment que la matière de ces lits de pierre a été amenée de loin, puisqu'il n'y a aucune montagne calcaire qu'à environ une lieue de distance.

1. Le sieur Dumoutier, maître maçon à Paris, m'a assuré qu'il y a quelques années il avoit trouvé dans un bloc de pierre dite de *Saint-Leu*, laquelle ne se tire qu'à la surface de la terre, c'est-à-dire à quelques pieds de profondeur, un corps cylindrique qui lui paroissoit être une pétrification, parce qu'il étoit incrusté de matières pierreuses : mais que, l'ayant nettoyé avec soin, il reconnut que c'étoit vraiment un canon de pistolet, c'est-à-dire du fer.

2. Dans un bloc de pierre de plusieurs pieds de longueur sur une épaisseur d'environ un pied ou quinze pouces, tiré des carrières du faubourg Saint-Marceau à Paris, l'ouvrier tailleur de pierre s'aperçut, en la sciant, que sa scie poussoit au dehors une matière noire, qu'il jugea être des débris de bois pourri. En effet, la pierre ayant été séparée en deux blocs, il trouva qu'elle renfermoit, dans son intérieur, un morceau de bois de près de deux pouces d'épaisseur sur six à sept pouces de longueur, lequel étoit en partie pourri et sans aucun indice de pétrification.

Et cette matière spathique, qui remplit tous les vides et s'étend dans les délits et dans les couches horizontales des bancs de pierre, s'accumule aussi le long de leurs fentes perpendiculaires : elle commence par en tapisser les parois, et peu à peu elle les recouvre d'une épaisseur considérable de couches additionnelles et successives; elle y forme des mamelons, des stries, des cannelures creuses et saillantes, qui souvent descendent d'en haut jusqu'au point le plus bas, où elle se réunit en congélations, et finit par remplir quelquefois en entier la fente qui séparoit auparavant les deux parties du rocher. Cette matière spathique qui s'accumule dans les cavités et les fentes des rochers n'est pas ordinairement du spath pur, mais mélangé de parties pierreuses plus grossières et opaques; on y reconnoît seulement le spath par les points brillants qui se trouvent en plus ou moins grande quantité dans ces congélations.

Et lorsque ces points brillants se multiplient, lorsqu'ils deviennent plus gros et plus distincts, ils ressemblent par leur forme à des grains de sel marin : aussi les ouvriers donnent aux pierres revêtues de ces cristallisations spathiques le nom impropre de *pierres de sel.* Ce ne sont pas toujours les pierres les plus dures ni celles qui sont composées de gravier, mais celles qui contiennent une très grande quantité de coquilles et de pointes d'oursins, qui offrent cette espèce de cristallisation en forme de grains de sel; et l'on peut observer qu'elle paroît être toujours en plus gros grains sur la surface qu'à l'intérieur des pierres, parce que les grains dans l'intérieur sont toujours liés ensemble.

Ce suc pétrifiant qui pénètre les pierres des bancs

inférieurs, qui en remplit les cavités, les joints horizontaux, et les fentes perpendiculaires, ne provenant que de la décomposition de la matière des bancs supérieurs, doit, en se séparant, y causer une altération sensible : aussi remarque-t-on dans la pierre des premiers bancs des carrières qu'elle a éprouvé des dégradations; on n'y voit qu'un très petit nombre de points brillants; elle se divise en petits morceaux irréguliers, minces, assez légers, et qui se brisent aisément. L'eau, en passant par ces premiers bancs, a donc enlevé les éléments du ciment spathique qui lioit les parties de la pierre, et en même temps elle en a détaché une grande quantité d'autre matière pierreuse plus grossière; et c'est de ce mélange qu'ont été composées toutes les congélations opaques qui remplissent les cavités des rochers : mais lorsque l'eau chargée de cette même matière passe à travers un second filtre en pénétrant la pierre des bancs inférieurs, dont le tissu est plus serré, elle abandonne et dépose en chemin ces parties grossières, et alors les stalactites qu'elle forme sont du vrai spath pur, homogène, et transparent. Nous verrons ci-après que, dans les pierres vitreuses comme dans les calcaires, la pureté des congélations dépend du nombre des filtrations qu'elles ont subies, et de la ténuité des pores dans les matières qui ont servi de filtre.

DE L'ALBATRE.

Cet albâtre, auquel les poëtes ont si souvent comparé la blancheur de nos belles, est toute une autre matière que l'albâtre dont nous allons parler; ce n'est qu'une substance gypseuse, une espèce de plâtre très blanc, au lieu que le véritable albâtre est une matière purement calcaire, plus souvent colorée que blanche, et qui est plus dure que le plâtre, mais en même temps plus tendre que le marbre. Les couleurs lès plus ordinaires des albâtres sont le blanchâtre, le jaune, et le rougeâtre; on en trouve aussi qui sont mêlés de gris, et de brun ou noirâtre : souvent ils sont teints de deux de ces couleurs, quelquefois de trois, rarement de quatre ou cinq. L'on verra qu'ils peuvent recevoir toutes les nuances de couleur qui se trouvent dans les marbres, sous la masse desquels ils se forment.

L'albâtre d'Italie est un des plus beaux; il porte un grand nombre de taches d'un rouge foncé sur un fond jaunâtre, et il n'a de transparence que dans quelques petites parties. Celui de Malte est jaunâtre mêlé de gris et de noirâtre, et l'on y voit aussi quelques parties transparentes. Les albâtres que les Italiens appellent *agatés* sont ceux qui ont le plus de transparence, et qui ressemblent aux agates par la disposition des couleurs. Il y en a même que l'on appelle *albâtre onyx*, parce qu'il présente des cercles

concentriques de différentes couleurs. On connoît aussi des albâtres herborisés, et ces herborisations sont ordinairement brunes ou noires. *Volterra* est l'endroit de l'Italie le plus renommé par ses albâtres; on y en compte plus de vingt variétés différentes par les degrés de transparence et les nuances de couleurs. Il y en a de blancs à reflets diaphanes, avec quelques veines noires et opaques, et d'autres qui sont absolument opaques et de couleur assez terne, avec des taches noires et des herborisations branchues.

Tous les albâtres sont susceptibles d'un poli plus ou moins brillant : mais on ne peut polir les albâtres tendres qu'avec des matières encore plus tendres, et surtout avec de la cire; et quoiqu'il y en ait d'assez durs à Volterra et dans quelques autres endroits d'Italie, on assure cependant qu'ils le sont moins que l'albâtre de Perse et de quelques autres contrées de l'Orient.

L'on ne doit donc pas se persuader avec le vulgaire que l'albâtre soit toujours blanc, quoique cela ait passé parmi nous en proverbe. Ce qui a donné lieu à cette méprise, c'est que la plupart des artistes, et même quelques chimistes, ont confondu deux matières, et donné, comme les poëtes, le nom d'*albâtre* à une sorte de plâtre très tendre et d'une grande blancheur, tandis que les naturalistes n'ont appliqué ce nom d'*albâtre* qu'à une matière calcaire qui se dissout par les acides et se convertit en chaux au même degré de chaleur que la pierre : les acides ne font au contraire aucune impression sur cette autre matière blanche qui est du vrai plâtre; et Pline avoit bien in-

diqué notre albâtre calcaire en disant qu'il est de couleur de miel.

Étant descendu, en 1740, dans les grottes d'Arcy-sur-Cure, près de Vermanton, je pris dès lors une idée nette de la formation de l'albâtre, par l'inspection des grandes stalactites en tuyaux, en colonnes, et en nappes, dont ces grottes, qui ne paroissent être que d'anciennes carrières, sont incrustées et en partie remplies. La colline dans laquelle se trouvent ces anciennes carrières a été attaquée par le flanc à une petite hauteur au dessus de la rivière de Cure; et l'on peut juger, par la grande étendue des excavations, de l'immense quantité de pierres à bâtir qui en ont été tirées : on voit en quelques endroits les marques des coups de marteau qui en ont tranché les blocs. Ainsi l'on ne peut douter que ces grottes, quelque grandes qu'elles soient, ne doivent leur origine au travail de l'homme; et ce travail est bien ancien, puisque, dans ces mêmes carrières, abandonnées depuis long-temps, il s'est formé des masses très considérables, dont le volume augmente encore chaque jour par l'addition de nouvelles concrétions formées, comme les premières, par la stillation des eaux : elles ont filtré dans les joints des bancs calcaires qui surmontent ces excavations et leur servent de voûtes; ces bancs sont superposés horizontalement, et forment toute l'épaisseur et la hauteur de la colline, dont la surface est couverte de terre végétale : l'eau des pluies passe donc à travers cette couche de terre, et en prend la couleur jaune ou rougeâtre; ensuite elle pénètre dans les joints et les fentes de ces bancs, où elle se charge des molé-

cules pierreuses qu'elle en détache, et enfin elle arrive au dessous du dernier banc, et suinte en s'attachant aux parois de la voûte, ou tombe goutte à goutte dans l'excavation.

Et cette eau chargée de matière pierreuse forme d'abord des stalactites qui pendent de la voûte, qui grossissent et s'allongent successivement par des couches additionnelles, et prennent en même temps plus de solidité à mesure qu'il arrive de nouveaux sucs pierreux [1]. Lorsque ces sucs sont très abondants, ou

1. L'auteur du *Traité des pétrifications*, qui a vu une grotte près de Neufchâtel, nommée *Troisros*, a remarqué que l'eau, qui coule lentement par diverses fentes du roc, s'arrête pendant quelque temps en forme de gouttes au haut d'une espèce de voûte formée par les bancs du rocher; là de petites molécules cristallines, que l'eau entraîne en passant à travers les bancs, se lient par leurs côtés pendant que la goutte demeure suspendue et y forme de petits tuyaux, à mesure que l'air s'échappe par la partie inférieure de la petite bulle qu'il formoit dans la goutte d'eau : ces tuyaux s'allongent peu à peu en grossissant, par une accession continuelle de nouvelle matière; puis ils se remplissent; de sorte que les cylindres qui en résultent sont ordinairement arrondis vers le bout d'en bas, tandis qu'ils sont encore suspendus au rocher : mais dès qu'ils s'unissent avec les particules cristallines, qui tombent plus vite et forment un sédiment à plusieurs couches au bas de la grotte, ils ressemblent alors à des arbres qui du bas s'élèvent jusqu'au comble de la voûte.

Ces cylindres acquièrent un plus grand diamètre en bas par le moyen de la nouvelle matière qui coule le long de leur superficie, et ils deviennent souvent raboteux, à cause des particules cristallines qui s'y arrêtent en tombant dessus, comme une pluie menue, lorsque l'eau abonde plus qu'à l'ordinaire dans l'entre-deux des rochers : la configuration intérieure de leur masse, faite à rayons et à couches concentriques, et quelquefois différemment colorées par une petite quantité de terre fine qui s'y mêle et les rend semblables aux aubiers des arbres, jointe aux circonstances dont on vient de parler, peut tromper les plus éclairés.

Il se forme aussi plusieurs autres masses plus ou moins régulières de

qu'ils sont trop liquides, la stalactite supérieure attachée à la voûte laisse tomber par gouttes cette matière superflue, qui forme, sur le sol, des concrétions de même nature, lesquelles grossissent, s'élèvent, et se joignent enfin à la stalactite supérieure, en sorte qu'elles forment par leur réunion une espèce de colonne d'autant plus solide et plus grosse qu'elle s'est faite en plus de temps; car le liquide pierreux augmente ici également le volume et la masse en se déposant sur les surfaces et pénétrant l'intérieur de ces stalactites, lesquelles sont d'abord légères et friables, et acquièrent ensuite de la solidité par l'addition de cette même matière pierreuse qui en remplit les pores; et ce n'est qu'alors que ces masses concrètes prennent la nature et le nom d'albâtre : elles se présentent en colonnes cylindriques, en cônes plus ou moins obtus, en culs-de-lampe, en tuyaux, et aussi en incrustations figurées contre les parois verticales ou inclinées de ces excavations, et en nappes déliées ou en tables épaisses et assez étendues sur le sol; il paroît même que cette concrétion spathique qui est la première ébauche de l'albâtre se forme aussi à la surface de l'eau stagnante dans ces grottes, d'abord comme une pellicule mince, qui peu à peu prend de l'épaisseur et de la consistance, et présente par la suite une espèce de voûte qui couvre la cavité ou encore pleine

stalactite dans des cavernes de pierre à chaux et de marbre : ces masses ne diffèrent entre elles, par rapport à leur matière, que par le plus grand ou le moindre mélange de terre fine de différentes couleurs que l'eau enlève souvent du roc même avec les particules cristallines, ou qu'elle amène des couches de terre supérieures aux roches dans les couches de stalactite. (*Traité des pétrifications*, in-4°, Paris, 1742, pag. 4 et suiv.)

ou épuisée d'eau. Toutes ces masses concrètes sont de même nature ; je m'en suis assuré en faisant tirer et enlever quelques blocs des unes et des autres pour les faire travailler et polir par des ouvriers accoutumés à travailler le marbre : ils reconnurent avec moi que c'étoit du véritable albâtre, qui ne différoit des plus beaux albâtres qu'en ce qu'il est d'un jaune un peu plus pâle et d'un poli moins vif; mais la composition de la matière, et sa disposition par ondes ou veines circulaires, est absolument la même[1]. Ainsi tous les albâtres doivent leur origine aux concrétions produites par l'infiltration des eaux à travers les matières calcaires : plus les bancs de ces matières sont épais et durs, plus les albâtres qui en proviennent seront solides à l'intérieur et brillants au poli. L'albâtre qu'on appelle oriental ne porte ce nom que parce qu'il a le grain plus fin, les couleurs plus fortes, et le poli plus vif que les autres albâtres; et l'on trouve en Italie, en Sicile, à Malte, et même en France [2], de ces albâtres qu'on peut nommer orientaux par la beauté de leurs couleurs et l'éclat de leur poli : mais leur origine et leur formation sont les mêmes que celles des

1. Lorsque l'on scie transversalement une grosse stalactite ou colonne d'albâtre, on voit, sur la tranche, les couches circulaires dont la stalactite est formée; mais si on la scie sur sa longueur, l'albâtre ne présente que des veines longitudinales, en sorte que le même albâtre paroît être différent, selon le sens dans lequel on le travaille.

2. On trouve à deux lieues de Mâcon, du côté du midi, une grande carrière d'albâtre très beau et très bien coloré, qui a beaucoup de transparence en plusieurs endroits; cette carrière est située dans la montagne que l'on appelle *Solutrie,* dans laquelle il s'est fait un éboulement considérable par son propre poids. (*Note communiquée par M. Dumorey.*)

albâtres communs, et leurs différences ne doivent être attribuées qu'à la qualité différente des pierres calcaires qui en ont fourni la matière. Si cette pierre s'est trouvée dure, compacte, et d'un grain fin, l'eau ne pouvant la pénétrer qu'avec beaucoup de temps, elle ne se chargera que de molécules très fines et très denses, qui formeront des concrétions plus pesantes et d'un grain plus fin que celui des stalactites produites par des pierres plus grossières; en sorte qu'il doit se trouver dans ces concrétions, ainsi que dans les albâtres, de grandes variétés, tant pour la densité que pour la finesse du grain et l'éclat du poli.

La matière pierreuse que l'eau détache en s'infiltrant dans les bancs calcaires est quelquefois si pure et si homogène, que les stalactites qui en résultent sont sans couleurs et transparentes, avec une figure de cristallisation régulière; ce sont ordinairement de petites colonnes à pans, terminées par des pyramides triangulaires, et ces colonnes se cassent toujours obliquement. Cette matière est le spath, et les concrétions qui en contiennent une grande quantité forment des albâtres plus transparents que les autres, mais qui sont en même temps plus difficiles à travailler.

Il ne faut pas bien des siècles, ni même un très grand nombre d'années, comme on pourroit le croire, pour former des albâtres : on voit croître les stalactites en assez peu de temps; on les voit se grouper, se joindre, et s'étendre pour ne former que des masses communes, en sorte qu'en moins d'un siècle elles augmentent peut-être du double de leur volume. Étant descendu, en 1759, dans les mêmes grottes

d'Arcy pour la seconde fois, c'est-à-dire dix-neuf ans après ma première visite, je trouvai cette augmentation de volume très sensible et plus considérable que je ne l'avois imaginé : il n'étoit plus possible de passer dans les mêmes défilés par lesquels j'avois passé en 1740; les routes étoient devenues trop étroites ou trop basses, les cônes et les cylindres s'étoient allongés; les incrustations s'étoient épaissies; et je jugeai qu'en supposant égale l'augmentation successive de ces concrétions, il ne faudroit peut-être pas deux siècles pour achever de remplir la plus grande partie de ces excavations.

L'albâtre est donc une matière qui, se produisant et croissant chaque jour, pourroit, comme le bois, se mettre pour ainsi dire en coupes réglées à deux ou trois siècles de distance; car, en supposant qu'on fît aujourd'hui l'extraction de tout l'albâtre contenu dans quelques unes des cavités qui en sont remplies, il est certain que ces mêmes cavités se rempliroient de nouveau d'une matière toute semblable, par les mêmes moyens de l'infiltration et du dépôt des eaux gouttières qui passent à travers les couches supérieures de la terre et les joints des bancs calcaires.

Au reste, cet accroissement des stalactites, qui est très sensible et même prompt dans certaines grottes, est quelquefois très lent dans d'autres. « Il y a près de vingt ans, dit M. l'abbé de Sauvages, que je cassai plusieurs stalactites dans une grotte où personne n'avoit encore touché; à peine se sont-elles allongées aujourd'hui de cinq ou six lignes : on en voit couler des gouttes d'eau chargées de suc pierreux, et le

cours n'en est interrompu que dans les temps de sécheresse. » Ainsi la formation de ces concrétions dépend non seulement de la continuité de la stillation des eaux, mais encore de la qualité des rochers et de la quantité de particules pierreuses qu'elles en peuvent détacher. Si les rochers ou bancs supérieurs sont d'une pierre très dure, les stalactites auront le grain très fin et seront long-temps à se former et à croître; elles croîtront au contraire en d'autant moins de temps que les bancs supérieurs seront de matières plus tendres et plus poreuses, telles que sont la craie, la pierre tendre, et la marne.

La plupart des albâtres se décomposent à l'air, peut-être en moins de temps qu'il n'en faut pour les former. « La pierre dont on se sert à Venise pour la construction des palais et des églises est une pierre calcaire blanche qu'on tire d'Istria, parmi laquelle il y a beaucoup de stalactites d'un tissu compacte, et souvent d'un diamètre deux fois plus grand que celui du corps d'un homme très gros : ces stalactites se forment en grande abondance dans les voûtes souterraines des montagnes calcaires du pays. Ces pierres se décomposent si facilement, que l'on vit, il y a quelques années, à l'entablement supérieur de la façade d'une belle église neuve, bâtie de cette pierre, plusieurs grandes stalactites qui s'étoient formées successivement par l'égouttement lent des eaux qui avoient séjourné sur cet entablement. C'est de la même manière qu'elles se forment dans les souterrains des montagnes, puisque leur grain ou leur composition y ressemble [1]. » Je ne crois pas qu'il soit nécessaire de

1. *Lettres de M. Ferber*, pag. 41 et 42.

faire observer ici que cette pierre d'Istria est une espèce d'albâtre; on le voit assez par la description de sa substance et de sa décomposition.

Et lorsqu'une cavité naturelle ou artificielle se trouve surmontée par des bancs de marbre, qui, de toutes les pierres calcaires, est la plus dense et la plus dure, les concrétions formées dans cette cavité par l'infiltration des eaux ne sont plus des albâtres, mais de beaux marbres fins, et d'une dureté presque égale à celle du marbre dont ils tirent leur origine, et qui est d'une formation bien plus ancienne. Ces premiers marbres contiennent souvent des coquilles et d'autres productions de la mer, tandis que les nouveaux marbres, ainsi que les albâtres, n'étant composés que de particules pierreuses détachées par les eaux, ne présentent aucun vestige de coquilles, et annoncent par leur texture que leur formation est nouvelle.

Ces carrières parasites de marbre et d'albâtre, toutes formées aux dépens des anciens bancs calcaires, ne peuvent avoir plus d'étendue que les cavités dans lesquelles on les trouve. On peut les épuiser en assez peu de temps; et c'est par cette raison que la plupart des beaux marbres antiques ou modernes ne se trouvent plus. Chaque cavité contient un marbre différent de celui d'une autre cavité, surtout pour les couleurs, parce que les bancs des anciens marbres qui surmontent ces cavernes sont eux-mêmes différemment colorés, et que l'eau, par son infiltration, détache et emporte les molécules de ces marbres avec leurs couleurs: souvent elle mêle ces couleurs ou les dispose dans un ordre différent; elle les affoiblit ou les charge selon les circonstances. Cependant on peut

dire que les marbres de seconde formation sont en général plus fortement colorés que les premiers, dont ils tirent leur origine.

Et ces marbres de seconde formation peuvent, comme les albâtres, se régénérer dans les endroits d'où on les a tirés, parce qu'ils sont formés de même par la stillation des eaux. Baglivi rapporte un grand nombre d'exemples qui prouvent évidemment que le marbre se reproduit de nouveau dans les mêmes carrières; il dit que l'on voyoit de son temps des chemins très unis dans des endroits où, cent ans auparavant, il y avoit eu des carrières très profondes. Il ajoute qu'en ouvrant des carrières de marbre on avoit rencontré des haches, des pics, des marteaux, et d'autres outils renfermés dans le marbre, qui avoient vraisemblablement servi autrefois à exploiter ces mêmes carrières, lesquelles se sont remplies par la suite des temps, et sont devenues propres à être exploitées de nouveau.

On trouve aussi plusieurs de ces marbres de seconde formation qui sont mêlés d'albâtre; et dans le genre calcaire, comme en tout autre, la nature passe par degrés et nuances du marbre le plus fin et le plus dur à l'albâtre et aux concrétions les plus grossières et les plus tendres.

La plupart des albâtres, et surtout les plus beaux, ont quelque transparence, parce qu'ils contiennent une certaine quantité de spath qui s'est cristallisé dans le temps de la formation des stalactites dont ils sont composés : mais, pour l'ordinaire, la quantité du spath n'est pas aussi grande que celle de la matière pierreuse, opaque et grossière ; en sorte que l'al-

bâtre qui résulte de cette composition est assez opaque, quoiqu'il le soit toujours moins que les marbres.

Et lorsque les albâtres sont mêlés de beaucoup de spath, ils sont plus cassants et plus difficiles à travailler, par la raison que cette matière spathique cristallisée se fend, s'égrène très facilement, et se casse presque toujours en sens oblique ; mais aussi ces albâtres sont souvent les plus beaux, parce qu'ils ont plus de transparence et prennent un poli plus vif que ceux où la matière pierreuse domine sur celle du spath. On a cité dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* un albâtre trouvé par M. Puget aux environs de Marseille, qui est si transparent, que, par le poli très parfait dont il est susceptible, on voit à plus de deux doigts de son épaisseur l'agréable variété de couleurs dont il est embelli. Le marbre à demi transparent que M. Pallas a vu dans la province d'Ischski en Tartarie est vraisemblablement un albâtre semblable à celui de Marseille. Il en est de même du bel albâtre de Grenade en Espagne, qui, selon M. Bowles, est aussi brillant et transparent que la plus belle cornaline blanche, mais qui néanmoins est fort tendre, à moitié blanc et à moitié couleur de cire. En général, la transparence dans les pierres calcaires, les marbres, et les albâtres, ne provient que de la matière spathique qui s'y trouve incorporée et mêlée en grande quantité ; car les autres matières pierreuses sont opaques.

Au reste, on peut regarder comme une espèce d'albâtre toutes les incrustations et même les ostéocoles et les autres concrétions pierreuses moulées sur des végétaux ou sur des ossements d'animaux. Il s'en

trouve de cette dernière espèce en grande quantité dans les cavernes du margraviat de Bareith, dont S. A. S. Mgr le margrave d'Anspach a eu la bonté de m'envoyer la description suivante. « On connoît assez les marbres qui renferment des coquilles ou des pétrifications qui leur ressemblent... mais ici on trouve des masses pierreuses pétries d'ossements d'une manière semblable; elles sont nées, pour ainsi dire, de la conglutination des fragments des stalactites de la pierre calcaire grise qui fait la base de toute la chaîne de ces montagnes, d'un peu de sable, d'une substance marneuse, et d'une quantité infinie de fragments d'os. Il y a dans une seule pierre, dont on a trouvé des masses de quelques centaines de livres, un mélange de dents de différentes espèces, de côtes, de cartilages, de vertèbres, de phalanges, d'os cylindriques; en un mot, des fragments d'os de tous les membres qui y sont par milliers. On trouve souvent dans ces mêmes pierres un grand os qui en fait la pièce principale, et qui est entouré d'un nombre infini d'autres; il n'y a pas la moindre régularité dans la disposition des couches. Si l'on versoit de la chaux détrempée sur un mélange d'esquilles, il en naîtroit quelque chose de semblable. Ces masses sont déjà assez dures dans les cavernes... mais lorsqu'elles sont exposées à l'air, elles durcissent au point que, quand on s'y prend comme il faut, elles sont susceptibles d'un médiocre poli. On trouve rarement des cavités dans l'intérieur; les interstices sont remplis d'une matière compacte que la pétrification a encore décomposée davantage. Je m'en suis à la fin procuré, avec beaucoup de peine, une collection si complète, que

je puis présenter presque chaque os remarquable du squelette de ces animaux, enchâssé dans une propre pièce dont il fait l'os principal. En entrant dans ces cavernes pour la première fois, nous en avons trouvé une si grande quantité, qu'il eût été facile d'en amasser quelques charretées.

» Un heureux destin m'avoit réservé à moi et à mes amis, entre autres, un morceau de cette pierre osseuse à peu près de trois pieds de long sur deux de large et autant d'épaisseur.... La curiosité nous le fit mettre en pièces; car il étoit impossible de le faire passer par ces détroits pour le sortir en entier. Chaque morceau, à peu près de deux livres, nous présenta plus de cent fragments d'os.... J'eus le plaisir de trouver dans le milieu une dent canine, longue de quatre pouces, bien conservée : nous avons aussi trouvé des dents molaires de différentes espèces dans d'autres morceaux de cette même masse [1]. »

Par cet exemple des cavernes de Bareith, où les ossements d'animaux dont elle est remplie se trouvent incrustés et même pénétrés de la matière pierreuse amenée par la stillation des eaux, on peut prendre une idée générale de la formation des ostéocoles animales, qui se forment par le même mécanisme que les ostéocoles végétales [2], telles que les mousses

1. Description des cavernes du margraviat de Bareith, par Jean-Frédéric Esper, *in-fol.*, page 27.

2. M. Gleditsch donne une bonne description des ostéocoles qui se trouvent en grande quantité dans les terrains maigres du Brandebourg. « Ce fossile, dit-il, est connu de tout le monde dans les deux Marches, où on l'emploie depuis plusieurs siècles à des usages tant internes qu'externes..... On le trouve dans un sable plus ou moins léger, blanc, gris, rouge, ou jaunâtre, fort ressemblant à l'espèce de

pétrifiées et toutes les autres concrétions dans lesquelles on trouve des figures de végétaux : car sup-

sable qu'on trouve ordinairement au fond des rivières : celui qui touche immédiatement l'ostéocole est plus blanc et plus mou que le reste..... Quand dans les temps pluvieux cette terre, qui s'attache fortement aux mains, vient à se dissoudre dans les lieux élevés, les eaux l'entraînent en forme d'émulsion dans les creux qui se trouvent au-dessous..... Elle ne diffère guère de la marne, et se trouve attachée au sable dans des proportions différentes..... Mais plus le sable est voisin des branches du fossile, plus la quantité de cette terre augmente : il n'y a pas grande différence entre elle et la matière même du fossile. On trouve aussi cette terre dans les fonds et même sous quelques étangs, etc.....

» Les vents, les pluies, etc., en enlevant le sable, laissent quelquefois à découvert l'ostéocole..... Quelquefois on en trouve çà et là des pièces rompues... Quand on aperçoit des branches, on les dégage du sable avec précaution, et on les suit jusqu'au tronc qui jette des racines sous terre de plusieurs côtés..... Tant que le tronc entier est encore renfermé dans le sable, la forme du fossile ne l'offre aux yeux que d'un côté, et alors elle représente assez parfaitement le bas du tronc d'un vieil arbre... Les racines descendent en partie jusqu'à la profondeur de quatre à six pieds, et s'étendent en partie obliquement de tous côtés..... Le tronc du fossile, dont la grandeur et l'épaisseur varient, doit sans doute son origine au tronc de quelque arbre mort et en partie carié ; ce qui se prouve suffisamment par la lésion et la destruction de sa structure intérieure.....

» Les racines les plus fortes sont plus ou moins grosses que le bras ; elles s'amincissent peu à peu en se divisant, de sorte que les dernières ramifications ont à peine une circonférence qui égale une plume d'oie. Pour les productions capillaires des racines, elles ne se trouvent en aucun endroit du fossile, sans doute parce que leur ténuité et la délicatesse de leur texture ne leur permet pas de résister à la putréfaction... On trouve rarement les grosses racines pétrifiées et durcies dans le sable ; elles y sont plutôt un peu humides et molles ; et exposées à l'air, elles deviennent sèches et friables.....

» La masse terrestre qui, à proprement parler, constitue notre fossile, est une vraie terre de chaux ; et quand on l'a nettoyée du sable et de la pourriture qui peuvent y rester, l'acide vitriolique, avec lequel elle fait une forte effervescence, la dissout en partie. La matière de

posons qu'au lieu d'ossements d'animaux accumulés danc ces cavernes, la nature ou la main de l'homme

notre fossile, lorsqu'elle est encore renfermée dans le sable, est molle; elle a de l'humidité; sa cohérence est lâche, et il s'en exhale une odeur âcre, assez foible cependant, ou bien elle forme un corps graveleux, pierreux, insipide, et sans odeur : tout cela met en évidence que la terre de chaux de ce fossile n'est point du gravier fin lié par le moyen d'une glu, comme le prétendent quelques auteurs.

» Mais lorsqu'on peut remarquer dans la composition de la matière de notre fossile quelque proportion, elle consiste, pour l'ordinaire, en parties égales de sable et de terre de chaux.

» Ce fossile est dû à des troncs d'arbres dont les fibres ont été atténuées et pourries par l'humidité... Il se forme dans ces troncs et dans ces racines des cavités où s'insinuent facilement, par le moyen de l'eau, le sable et la terre de chaux qu'elle a dissous : cette terre, entrant par les trous et les endroits cariés, descend jusqu'aux extrémités de toute la tige et des racines, jusqu'à ce qu'avec le temps toutes ces cavités se trouvent exactement remplies; l'eau superflue trouve aisément une issue dont les traces se manifestent dans le centre poreux des branches : voilà comment ce fossile se forme..... L'humidité croupissante qui est perpétuellement autour du fossile est le véritable obstacle à son endurcissement.

» Quelques auteurs ont regardé comme de l'ostéocole une certaine espèce de tuf en partie informe, en partie composé de l'assemblage de plusieurs petits tuyaux de différente nature : ce tuf se trouve en abondance dans plusieurs contrées de la Thuringe et en d'autres endroits.....

» L'expérience, jointe au consentement de plusieurs auteurs, dépose que le terrain naturel et le plus convenable à l'ostéocole est un terroir stérile, sablonneux, et léger; au contraire un terrain gras, consistant, argileux, onctueux, et limoneux, etc., lorsqu'il vient à être délayé par l'eau, laisse passer lentement et difficilement l'eau elle-même, et à plus forte raison quelque autre terre comme celle dont l'ostéocole est formée : l'ostéocole se mêleroit intimement à la terre grasse, dans l'intérieur de laquelle elle formeroit des lits plats plutôt que de pénétrer une substance aussi consistante. » (*Extrait des Mémoires de l'Académie de Prusse*, par M. Paul. Avignon, 1768; tome V, in-12, pages 1 et suivantes du supplément à ce volume.)

M. Bruckmann dit, comme M. Gleditsch, que les ostéocoles ne se

y eussent entassé une grande quantité de roseaux ou de mousses; n'est-il pas évident que ce même suc

trouvent point dans les terres grasses et argileuses, mais dans les terrains sablonneux. Il y en a près de Franefort-sur-l'Oder, dans un sable blanehâtre, mêlé d'une matière noire, qui n'est que du bois pourri. L'ostéocole est molle dans la terre, mais plutôt friable que duetile; elle se dessèehe et se dureit en très peu de temps à l'air : c'est une espèce de marne, ou du moins une terre qui lui est fort analogue. Les différentes figures des ostéoeoles ne viennent que des raeines auxquelles cette matière s'attache; de là provient aussi la ligne noire qu'on trouve presque toujours dans leur milieu : elles sont toutes creuses, à l'exeeption de eelles qui sont formées de plusieurs petites fibres de raeines aeeumulées et réunies par la matière marneuse ou erétaeée. Voyez la *Collection académique, Partie étrangère,* tome II, pages 155 et 156.

M. Beurer de Nuremberg, ayant fait déterrer grand nombre d'ostéoeoles, en a trouvé une dans le temps de sa formation : c'étoit une souehe de peuplier noir, qui, par son extrémité supérieure, étoit eneore ligneuse, et dont la racine étoit devenue une véritable ostéoeole. Voyez les *Transactions philosophiques,* année 1745, n° 476.

M. Guettard a aussi trouvé des ostéoeoles en Franee, aux environs d'Étampes, et particulièrement sur les bords de la rivière de Louette. « L'ostéoeole d'Étampes, dit eet académieien, forme des tuyaux longs depuis trois ou quatre pouees jusqu'à un pied et demi et plus : le diamètre de ees tuyaux est de deux, trois, quatre lignes, et même d'un pouce; les uns, et c'est le plus grand nombre, sont eylindriques; les autres sont formés de plusieurs portions de eerele, qui, réunies, forment une eolonne à plusieurs pans. Il y en a d'aplatis; les bords de quelques autres sont roulés en dedans suivant leur longueur, et ne sont, par eonséquent, que demi-eylindriques; plusieurs n'ont qu'une seule eouche, mais beaueoup plus en ont deux ou trois : on diroit que ce sont autant de eylindres renfermés les uns dans les autres. Le milieu d'un tuyau eylindrique, fait d'une ou de deux eouehes, en contient quelquefois une troisième qui est prismatique triangulaire. Quelques uns de ees tuyaux sont eoniques; d'autres, ceux-ei sont eependant rares, sont eourbés et forment presque un eerele. De quelque figure qu'ils soient, leur surface interne est lisse, polie, et ordinairement striée; l'extérieure est raboteuse et bosselée. La eouleur est d'un assez beau blane de marne ou de eraie à l'extérieur : eelle de la surface in-

pierreux auroit saisi les mousses et les roseaux, les auroit incrustés en dehors, et remplis en dedans et même dans tous leurs pores ; que dès lors ces concrétions pierreuses en auront pris la forme, et qu'après la destruction et la pourriture de ces matières végétales, la concrétion pierreuse subsistera et se présentera sous cette même forme? Nous en avons la preuve démonstrative dans certains morceaux qui sont encore roseaux en partie, et du reste ostéocoles. Je connois aussi des mousses dont le bas est pleinement incrusté, et dont le dessus est encore vert et en état de végétation. Et comme nous l'avons dit, tout ce qu'on appelle pétrifications ne sont que des incrustations qui non seulement se sont appliquées sur la surfaée des corps, mais en ont même pénétré et rempli les vides et les pores, en se substituant peu à peu à la matière animale ou végétale, à mesure qu'elle se décomposoit.

On vient de voir, par la note précédente, que les ostéoles ne sont que des incrustations d'une matière

terne est quelquefois d'un jaune tirant sur le rougeâtre; et si elle est blanche, ce blanc est toujours un peu sale... Il y a aussi de l'ostéocole sur l'autre bord de la rivière, mais en moindre quantité..... On en trouve encore de l'autre côté de la ville, dans un endroit qui regarde les moulins à papier qui sont établis sur une branche de la Chalouette, et sur les bords des fossés de cette ville qui sont de ce côté..... »

M. Guettard rapporte encore plusieurs observations « pour prouver que la formation de l'ostéocole des environs d'Étampes n'est due qu'à des plantes qui se sont chargées de particules de marne et de sable des montagnes voisines, qui auront été entraînées par des averses d'eau, et arrêtées dans les mares par les plantes qui y croissent, et sur lesquelles ces particules de marne et de sable se seront déposées successivement. » Voyez les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1754, pages 269 jusqu'à 288.

crétacée ou marneuse, et ces incrustations se forment quelquefois en très peu de temps, aussi bien au fond des eaux que dans le sein de la terre. M. Dutour, correspondant de l'Académie des Sciences, cite une ostéocole qu'il a vue se former en moins de deux ans. « En faisant nettoyer un canal, je remarquai, dit-il, que tout le fond étoit comme tapissé d'un tissu fort serré de filets pierreux, dont les plus gros n'avoient que deux lignes de diamètre, et qui se croisoient en tous sens. Les filets étoient de véritables tuyaux moulés sur des racines d'ormes fort menues qui s'y étoient desséchées, et qu'on pouvoit aisément en tirer. La couleur de ces tuyaux étoit grise, et leurs parois, qui avoient un peu plus d'un tiers de ligne d'épaisseur, étoient assez fortes pour résister, sans se briser, à la pression des doigts. A ces marques, je ne pus méconnoître l'ostéocole, mais je ne pus aussi m'empêcher d'être étonné du peu de temps qu'elle avoit mis à se former : car ce canal n'étoit construit que depuis environ deux ans et demi ; et certainement les racines qui avoient servi de noyau à l'ostéocole étoient de plus nouvelle date. » Nous avons d'autres exemples d'incrustations qui se font encore en moins de temps dans certaines circonstances. Il est dit dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* que M. de La Chapelle avoit apporté une pétrification fort épaisse, tirée de l'aquéduc d'Arcueil, et qu'il avoit appris des ouvriers que ces pétrifications ou incrustations se font par lits chaque année ; que, pendant l'hiver, il ne s'en fait point, mais seulement pendant l'été, et que quand l'hiver a été très pluvieux, et abondant en neiges, les pétrifications qui se forment

pendant l'été suivant sont quelquefois d'un pied d'épaisseur. Ce fait est peut-être exagéré ; mais au moins on est sûr que souvent en une seule année ces dépôts pierreux sont de plus d'un pouce ou deux : on en trouve un exemple dans la même *Histoire de l'Académie*. Le *ruisseau de craie*, près de Besançon, enduit d'une incrustation pierreuse les tuyaux de bois de sapin où l'on fait passer son eau pour l'usage de quelques forges; il forme dans leur intérieur, en deux ans, d'autres tuyaux d'une pierre compacte d'environ un pouce et demi d'épaisseur. M. du Luc dit qu'on voit dans le Valais des eaux aussi claires qu'il soit possible, et qui ne laissent pas de former de tels amas de tuf, qu'il en résulte des saillies considérables sur les faces des montagnes, etc.

Les stalactites, quoique de même nature que les incrustations et les tufs, sont seulement moins impures et se forment plus lentement. On leur a donné différents noms, suivant leurs différentes formes; mais M. Guettard dit avec raison que les stalactites, soit en forme pyramidale ou cylindrique, ou en tubes, peuvent être regardées comme une même sorte de concrétions. Il parle d'une concrétion en très grande masse, qu'il a observée aux environs de Crégy, village peu éloigné de Meaux, qui s'est formée par le dépôt de l'eau d'une fontaine voisine, et dans laquelle on trouve renfermés des mousses, des chiendents, et d'autres plantes qui forment des milliers de petites ramifications, dont les branches sont ordinairement creuses, parce que ces plantes se sont à la longue pourries et entièrement détruites. Il cite aussi les incrustations en forme de planches de sapin qui se trou-

vent aux environs de Besançon. « Lorsqu'on voit pour la première fois, dit cet académicien, un morceau de ce dépôt pierreux, il n'y a personne qui ne le prenne d'abord pour une planche de sapin pétrifiée... Rien en effet n'est plus propre à faire prendre cette idée que ces espèces de planches. Une de leurs surfaces est striée de longues fibres longitudinales et parallèles, comme peuvent être celles des planches de sapin : la continuité de ces fibres est quelquefois interrompue par des espèces de nœuds semblables à ceux qui se voient dans ce bois : ces nœuds sont de différentes grosseurs et figures. L'autre surface de ces planches est en quelque sorte ondée à peu près comme seroit une planche de sapin mal polie. Cette grande ressemblance s'évanouit cependant lorsqu'on vient à examiner ces sortes de planches. On s'aperçoit aisément alors qu'elles ne font voir que ce qu'on remarqueroit sur des morceaux de plâtre ou de quelque pâte qu'on auroit étendue sur une planche de sapin... On s'assure facilement dès lors que ces planches pierreuses ne sont qu'un dépôt fait sur des planches de ce bois; et si on les casse, on le reconnoît encore mieux, parce que les stries de la surface ne se continuent pas dans l'intérieur. »

M. Guettard cite encore un autre dépôt pierreux qui se fait dans les bassins du château d'Issy, près de Paris; ce dépôt contient des groupes de plantes *verticillées* tout incrustées. Ces plantes, telles que la girandole d'eau, sont très communes dans toutes les eaux dormantes; la quantité de ces plantes fait que les branches des différents pieds s'entrelacent les unes avec les autres; et, lorsqu'elles sont chargées du dépôt pier-

reux, elles forment des groupes que l'on pourroit prendre pour des plantes pierreuses ou des plantes marines semblables à celles qu'on appelle *coralines*.

Par ce grand nombre d'exemples, on voit que l'incrustation est le moyen aussi simple que général par lequel la nature conserve, pour ainsi dire, à perpétuité, les empreintes de tous les corps sujets à la destruction; ces empreintes sont d'autant plus exactes et fidèles, que la pâte qui les reçoit est plus fine : l'eau la plus claire et la plus limpide ne laisse pas d'être souvent chargée d'une très grande quantité de molécules pierreuses qu'elle tient en dissolution; et ces molécules, qui sont d'une extrême ténuité, se moulent si parfaitement sur les corps les plus délicats, qu'elles en représentent les traits les plus déliés. L'art a même trouvé le moyen d'imiter en ceci la nature : on fait des cachets, des reliefs, des figures parfaitement achevées, en exposant des moules au jaillissement d'une eau chargée de cette matière pierreuse[1]; et l'on peut aussi faire des pétrifications artificielles, en

1. C'est aux bains de *Santo-Filippo,* sur le penchant de la montagne *Santa-Fiora,* près de Sienne, que M. le docteur *Leonardo Vegni* a établi sa singulière manufacture d'impressions de médailles et de bas-reliefs formés par la poudre calcaire que déposent ces eaux : pour cela, il les fait tomber d'assez haut sur des lattes de bois placées en travers sur un grand cuveau; l'eau, par cette chute, rejaillit en gouttes contre les parois de la cuve, auxquelles sont attachés les modèles et les médailles; et en peu de temps on les voit couvertes d'une incrustation très fine et très compacte..... On peut même colorer ce sédiment pierreux en rouge, en faisant filtrer l'eau qui doit le déposer à travers du bois de Fernambouc. Il faut que cette matière soit bien abondante dans les eaux, puisqu'on assure qu'on a déjà fait par ce moyen des bustes entiers, et que M. le docteur Vegni espère réussir à en faire des statues massives de grandeur humaine.

tenant long-temps dans cette eau des corps de toute espèce : ceux qui seront spongieux ou poreux recevront l'incrustation tant au dehors qu'en dedans; et si la substance animale ou végétale qui sert de moule vient à pourrir, la concrétion qui reste paroît être une vraie pétrification, c'est-à-dire le corps même qui s'est pétrifiée, tandis qu'il n'a été qu'incrusté à l'intérieur comme à l'extérieur.

DU MARBRE.

Le marbre est une pierre calcaire dure et d'un grain fin, souvent colorée, et toujours susceptible de poli. Il y a, comme dans les autres pierres calcaires, des marbres de première, de seconde, et peut-être de troisième formation. Ce que nous avons dit au sujet des carrières parasites suffit pour donner une juste idée de la composition des pierres ou des marbres que ces carrières renferment : mais les anciens marbres ne sont pas composés comme les nouveaux de simples particules pierreuses, réduites par l'eau en molécules plus ou moins fines; ils sont formés comme les autres pierres anciennes, de débris de pierres encore plus anciennes, et la plupart sont mêlés de coquilles et d'autres productions de la mer. Tous sont posés par bancs horizontaux ou parallèlement inclinés, et ils ne diffèrent des autres pierres calcaires que par les couleurs; car il y a de ces pierres qui sont presque aussi dures, aussi denses, et d'un grain aussi fin que les marbres,

et auxquelles néanmoins on ne donne pas le nom de *marbres*, parce qu'elles sont sans couleur décidée, ou plutôt sans diversité de couleurs. Au reste, les couleurs, quoique très fortes ou très foncées dans certains marbres, n'en changent point du tout la nature; elles n'en augmentent sensiblement ni la dureté ni la densité, et n'empêchent pas qu'ils ne se calcinent et se convertissent en chaux au même degré de feu que les autres pierres dures. Les pierres à grain fin et que l'on peut polir font la nuance entre les pierres communes et les marbres, qui tous sont de la même nature que la pierre, puisque tous font effervescence avec les acides, qui tous ont la cassure grenue, et qui tous peuvent se réduire en chaux : je dis tous, parce que je n'entends parler ici que de marbres purs, c'est-à-dire de ceux qui ne sont composés que de matière calcaire sans mélange d'argile, de schiste, de lave, ou d'autre matière vitreuse; car ceux qui sont mêlés d'une grande quantité de ces substances hétérogènes ne sont pas de vrais marbres, mais des pierres mi-parties, qu'on doit considérer à part.

Les bancs des marbres anciens ont été formés comme les autres bancs calcaires par le mouvement et le dépôt des eaux de la mer, qui a transporté les coquilles et les matières pierreuses réduites en petit volume, en graviers, en galets, et les a stratifiées les unes sur les autres; et il paroît que l'établissement local de la plupart de ces bancs de marbre d'ancienne formation a précédé celui des autres bancs de pierre calcaire, parce qu'on les trouve presque toujours au dessous de ces mêmes bancs, et que, dans une colline composée de vingt ou trente bancs de pierre, il n'y a

d'ordinaire que deux ou trois bancs de marbre, souvent un seul, toujours situé au dessous des autres, à peu de distance de la glaise qui sert de base à la colline; en sorte que communément le banc de marbre porte immédiatement sur cette argile, ou n'en est séparé que par un dernier banc qui paroît être l'égout de tous les autres, et qui est mêlé de marbre, de pyrites, et de cristallisations spathiques d'un assez grand volume.

Ainsi, par leur situation au dessous des autres bancs de pierre calcaire, les bancs de ces anciens marbres ont reçu les couleurs et les sucs pétrifiants dont l'eau se charge toujours en pénétrant d'abord la terre végétale, et ensuite tous les bancs de pierre qui se trouvent entre cette terre et le banc de marbre; et l'on peut distinguer par plusieurs caractères ces marbres d'ancienne formation : les uns portent des empreintes de coquilles dont on voit la forme et les stries; d'autres, comme les *lumachelles*, paroissent composés de petites coquilles de la figure des limaçons; d'autres contiennent des bélemnites, des orthocératites, des astroïtes, des fragments de madrépores, etc. Tous ces marbres qui présentent des impressions de coquilles sont moins communs que ceux qu'on appelle *brèches*, qui n'offrent que peu ou point de ces productions marines, et qui sont composés de galets ou de graviers arrondis, liés ensemble par un ciment pierreux, de sorte qu'ils s'ébrèchent en les cassant; et c'est de là qu'on les a nommés *brèches*.

On peut donc diviser en deux classes ces marbres d'ancienne formation. La première comprend tous ceux auxquels on a donné ce nom de *brèches*; et l'on

pourroit appeler *marbres coquilleux* ceux de la seconde classe. Les uns et les autres ont des veines de spath, qui cependant sont plus fréquentes et plus apparentes dans les marbres coquilleux que dans les brèches, et ces veines se sont formées lorsque la matière de ces marbres, encore molle, s'est entr'ouverte par le desséchement; les fentes se sont dès lors peu à peu remplies du suc lapidifique qui découloit des bancs supérieurs, et ce suc spathique a formé les veines qui traversent le fond du marbre en différents sens : elles se trouvent ordinairement dans la matière plus molle qui a servi de ciment pour réunir les galets, les graviers, et les autres débris de pierre ou des marbres anciens dont ils sont composés; et ce qui prouve évidemment que ces veines ne sont que des fentes remplies du suc lapidifique, c'est que dans les bancs qui ont souffert quelque effort, et qui se sont rompus après le desséchement par un tremblement de terre ou par quelque autre commotion accidentelle, on voit que la rupture, qui, dans ce cas, a séparé les galets et les autres morceaux durs en deux parties, s'est ensuite remplie de spath, et a formé une petite veine si semblable à la fracture, qu'on ne peut la méconnoître. Ce que les ouvriers appellent des *fils* ou des *poils*, dans les blocs de pierre calcaire, sont aussi de petites veines de spath, et souvent la pierre se rompt dans la direction de ces fils en la travaillant au marteau : quelquefois aussi ce spath prend une telle solidité, surtout quand il est mêlé de parties ferrugineuses, qu'il semble avoir autant et plus de résistance que le reste de la matière.

Il en est des taches comme des veines dans certains

marbres d'ancienne formation : on y voit évidemment que les taches sont aussi d'une date postérieure à celle de la masse même de ces marbres; car les coquilles et les débris des madrépores répandus dans cette masse, ayant été dissous par l'intermède de l'eau, ont laissé dans plusieurs endroits de ces marbres des cavités qui n'ont conservé que le contour de leur figure, et l'on voit que ces petites cavités ont été ensuite remplies par une matière blanche ou colorée, qui forme des taches d'une figure semblable à celle de ces corps marins dont elle a pris la place; et lorsque cette matière est blanche, elle est de la même nature que celle du marbre blanc; ce qui semble indiquer que le marbre blanc lui-même est de seconde formation, et a été, comme les albâtres, produit par la stillation des eaux. Cette présomption se confirme lorsque l'on considère qu'il ne se trouve jamais d'impressions de coquilles ni d'autres corps marins dans le marbre blanc, et que dans ses carrières on ne remarque point les fentes perpendiculaires ni même les délits horizontaux qui séparent et divisent par bancs et par blocs les autres carrières de pierres calcaires ou de marbres d'ancienne formation : on voit seulement sur ce marbre blanc de très petites gerçures qui ne sont ni régulières ni suivies; l'on en tire des blocs d'un très grand volume et de telle épaisseur que l'on veut, tandis que, dans les marbres d'ancienne formation, les blocs ne peuvent avoir que l'épaisseur du banc dont on les tire, et la longueur qui se trouve entre chacune des fentes perpendiculaires qui traversent ce banc. L'inspection même de la substance du marbre blanc, et les grains spathiques que l'on aper-

çoit à sa cassure, semblent démontrer qu'il a été formé par la stillation des eaux; et l'on observe de plus que, lorsqu'on le taille, il obéit au marteau dans tous les sens, soit qu'on l'entame horizontalement ou verticalement, au lieu que, dans les marbres d'ancienne formation, le sens horizontal est celui dans lequel on les travaille plus facilement que dans tout autre sens.

Les marbres anciens sont donc composés :

1° Des débris de pierres dures ou de marbres encore plus anciens et réduits en plus ou moins petit volume. Dans les brèches, ce sont des morceaux très distincts, et qui ont depuis quelques lignes jusqu'à quelques pouces de diamètre. Ceux que les nomenclateurs ont appelés *marbres oolithes*, qui sont composés de petits graviers arrondis, semblables à des œufs de poissons, peuvent être mis au rang des brèches, ainsi que les *poudingues calcaires*, composés de gros graviers arrondis.

2° D'un ciment pierreux, ordinairement coloré, qui lie ces morceaux dans les brèches, et réunit les parties coquilleuses avec les graviers dans les autres marbres. Ce ciment, qui fait le fonds de tous les marbres, n'est qu'une matière pierreuse anciennement réduite en poudre, et qui avoit acquis son dernier degré de pétrification avant de se réunir, ou qui l'a pris depuis par la susception du liquide pétrifiant.

Mais les marbres de seconde formation ne contiennent ni galets ni graviers arrondis, et ne présentent aucune impression de coquilles; ils sont, comme nous l'avons dit, uniquement composés de molécules pierreuses, charriées et déposées par la stillation des

eaux, et dès lors ils sont plus uniformes dans leur texture et moins variés dans leur composition ; ils ont ordinairement le grain plus fin et des couleurs plus brillantes que les premiers marbres, desquels néanmoins ils tirent leur origine : on peut en donner des exemples dans tous les marbres antiques et modernes ; ceux auxquels on donne le nom d'*antiques* ne sont plus connus que par les monuments où ils ont été employés ; car les carrières dont ils ont été tirés sont perdues, tandis que ceux qu'on appelle *marbres modernes* se tirent encore actuellement des carrières qui nous sont connues. Le *cipollin*, parmi ces marbres antiques, et le *sérancolin*, parmi les marbres modernes, sont tous deux de seconde formation ; le jaune et le vert antiques et modernes, les marbres blancs et noirs, tous ceux, en un mot, qui sont nets et purs, qui ne contiennent point de galets ni de productions marines dont la figure soit apparente, et qui ne sont, comme l'albâtre, composés que de molécules pierreuses très petites et disposées d'une manière uniforme, doivent être regardés comme des marbres de seconde formation, parmi lesquels il y en a, comme les marbres blancs de Carrare, de Paros, etc., auxquels on a donné, mal à propos, le nom de *marbres salins*, uniquement à cause qu'ils offrent à leur cassure, et quelquefois à leur surface, de petits cristaux spathiques en forme de grains de sel ; ce qui a fait dire à quelques observateurs superficiels[1] que ces marbres contenoient une grande quantité de sels.

1. Le docteur Targioni Tozzetti rapporte très sérieusement une observation de Leeuwenhœck, qui prétend avoir découvert dans l'albâtre une très grande quantité de sel ; d'où ce docteur italien conjecture que

En général, tout ce que nous avons dit des pierres calcaires anciennes et modernes doit s'appliquer aux marbres; la nature a employé les mêmes moyens pour les former : elle a d'abord accumulé et superposé les débris des madrépores et des coquilles; elle en a brisé, réduit en poudre la plus grande quantité; elle a déposé le tout par lits horizontaux : et ces matières, réunies par leur force d'affinité, ont pris un premier degré de consistance qui s'est bientôt augmenté dans les lits inférieurs par l'infiltration du suc pétrifiant qui n'a cessé de découler des lits supérieurs; les pierres les plus dures et les marbres se sont, par cette cause, trouvés au dessous des autres bancs de pierre : plus il y a eu d'épaisseur de pierre au dessus de ce banc inférieur, plus la matière en est devenue dense; et lorsque le suc pétrifiant, qui en a rempli les pores, s'est trouvé fortement imprégné des couleurs du fer ou d'autres minéraux, il a donné les mêmes couleurs à la masse entière de ce dernier banc. On peut aisément reconnoître et bien voir ces couleurs dans la carrière même ou sur des blocs bruts; en les mouillant avec de l'eau, elle fait sortir ces couleurs et leur donne, pour le moment, autant de lustre que le poli le plus achevé.

Il n'y que peu de marbres, du moins en grand volume, qui soient d'une seule couleur; les plus beaux

la plus grande partie de la pâte blanche qui compose l'albâtre est une espèce de sel fossile qui, venant à être rongé par les injures de l'air ou par l'eau, laisse à découvert les cristallisations en forme d'aiguilles. « Il y a toujours, dit-il, dans les albâtres une grande quantité de sel; on le voit tout-à-fait ressemblant à celui de la mer, dans certains morceaux que je garde dans mon cabinet. »

marbres blancs ou noirs sont les seuls que l'on puisse citer, et encore sont-ils souvent tachés de gris et de brun : tous les autres sont de plusieurs couleurs, et l'on peut même dire que toutes les couleurs se trouvent dans les marbres ; car on en connoît des rouges et rougeâtres, des orangés, des jaunes et jaunâtres, des verts et verdâtres, des bleuâtres plus ou moins foncés, et des violets. Ces deux dernières couleurs sont les plus rares ; mais cependant elles se voient dans la *brèche violette* et dans le marbre appelé *bleu turquin ;* et du mélange de ces diverses couleurs il résulte une infinité de nuances différentes dans les marbres gris, isabelles, blanchâtres, bruns ou noirâtres. Dans le grand nombre d'échantillons qui composent la collection des marbres du Cabinet du Roi, il s'en trouve plusieurs de deux, trois, et quatre couleurs, et quelques uns de cinq et six. Ainsi les marbres sont plus variés que les albâtres, dans lesquels je n'ai jamais vu du bleu ni du vert.

On peut augmenter par l'art la vivacité et l'intensité des couleurs que les marbres ont reçues de la nature ; il suffit pour cela de les chauffer : le rouge deviendra d'un rouge plus vif ou plus foncé, et le jaune se changera en orangé ou en petit rouge. Il faut un certain degré de feu pour opérer ce changement, qui se fait en les polissant à chaud ; et ces nouvelles nuances de couleur, acquises par un moyen si simple, ne laissent pas d'être permanentes, et ne s'altèrent ni ne changent par le refroidissement ni par le temps : elles sont durables parce qu'elles sont profondes, et que la masse entière du marbre prend, par cette grande chaleur, ce surcroît de couleur qu'elle conserve toujours.

Dans tous le marbres on doit distinguer la partie du fond, qui d'ordinaire est de couleur uniforme, d'avec les autres parties, qui sont par taches ou par veines, souvent de couleurs différentes; les veines traversent le fond, et sont rarement coupées par d'autres veines, parce qu'elles sont d'une formation plus nouvelle que le fond, et qu'elles n'ont fait que remplir les fentes occasionées par le desséchement de cette matière du fond. Il en est de même des taches : mais elles ne sont guère traversées d'autres taches, sinon par quelques filets d'herborisations qui sont d'une formation encore plus récente que celle des veines et des taches; et l'on doit remarquer que toutes les taches sont irrégulièrement terminées et comme frangées à leur circonférence, tandis que les veines sont au contraire sans dentelures ni franges, et nettement tranchées des deux côtés dans leur longueur.

Il arrive souvent que dans la même carrière, et quelquefois dans le même bloc, on trouve des morceaux de couleurs différentes, et des taches ou des veines situées différemment; mais, pour l'ordinaire, les marbres d'une contrée se ressemblent plus entre eux qu'à ceux des contrées éloignées, et cela leur est commun avec les autres pierres calcaires, qui sont d'une texture et d'un grain différent dans les différents pays.

Au reste, il y a des marbres dans presque tous les pays du monde; et dès qu'on y voit des pierres calcaires, on peut espérer de trouver des marbres au dessous. Dans la seule province de Bourgogne, qui n'est pas renommée pour ses marbres comme le Langue-

doc ou la Flandre, M. Guettard en compte cinquante-quatre variétés ; mais nous devons observer que, quoiqu'il y ait de vrais marbres dans ces cinquante-quatre variétés, le plus grand nombre mérite à peine ce nom ; leur couleur terne, leur grain grossier, leur poli sans éclat, doivent les faire rejeter de la liste des beaux marbres, et ranger parmi ces pierres dures qui font la nuance entre la pierre et le marbre [1].

Plusieurs de ces marbres sont d'ailleurs sujets à un grand défaut ; ils sont *terrasseux*, c'est-à-dire parsemés de plus ou moins grandes cavités remplies d'une matière terreuse qui ne peut recevoir le poli. Les ouvriers ont coutume de pallier ce défaut en remplissant d'un mastic dur ces cavités ou terrasses : mais le remède est peut-être pire que le mal ; car ce mastic s'use au frottement et se fond à la chaleur du feu : il n'est pas rare de le voir couler par gouttes contre les bandes et les consoles des cheminées.

Comme les marbres sont plus durs et plus denses que la plupart des autres pierres calcaires, il faut un plus grand degré de chaleur pour les convertir en chaux ; mais aussi cette chaux de marbre est bien meilleure, plus grasse, et plus tenace que la chaux de pierre commune : on prétend que les Romains n'employoient pour les bâtiments publics que de la chaux de marbre, et que c'est ce qui donnoit une si grande consistance à leur mortier, qui devenoit, avec le temps, plus dur que la pierre.

Il y a des marbres revêches dont le travail est très

1. J'ai fait exploiter pendant vingt ans la carrière de marbre de Montbard, et ce que je dis des autres marbres de Bourgogne est d'après mes propres observations.

difficile : les ouvriers les appellent *marbres fiers*, parce qu'ils résistent trop aux outils, et qu'ils ne leur cèdent qu'en éclatant ; il y en a d'autres qui, quoique beaucoup moins durs, s'égrènent au lieu de s'éclater. D'autres, en grand nombre, sont, comme nous l'avons dit, parsemés de cavités ou *terrasses*, d'autres sont traversés par un très grand nombre de fils d'un spath tendre, et les ouvriers les appellent *marbres filandreux*.

Au reste, toutes les fois que l'on voit des morceaux de vingt à trente pieds de longueur et au dessus, soit en pierre calcaire, soit en marbre, on doit être assuré que ces pierres ou ces marbres sont de seconde formation ; car dans les bancs de marbres anciens, et qui ont été formés et déposés par le transport des eaux de la mer, on ne peut tirer que des blocs d'un bien moindre volume. Les pierres qui forment le fronton de la façade du Louvre, la colonne de marbre qui est auprès de Moret, et toutes les autres longues pièces de marbre ou de pierre employées dans les grands édifices et dans les monuments, sont toutes de nouvelle formation.

On ne sera peut-être pas fâché de trouver ici l'indication des principaux lieux, soit en France, soit ailleurs, où l'on trouve des marbres distingués ; on verra, par leur énumération, qu'il y en a dans toutes les parties du monde.

Dans le pays de Hainaut, le marbre de Barbançon est noir veiné de blanc, et celui de Rance est rouge sale, mêlé de taches et de veines grises et blanches.

Celui de Givet, que l'on tire près Charlemont, sur les frontières du Luxembourg, est noir veiné de

blanc, comme celui de Barbançon ; mais il est plus net et plus agréable à l'œil.

On tire de Picardie le marbre de Boulogne, qui est une espèce de brocatelle, dont les taches sont fort grandes et mêlées de quelques filets rouges.

Un autre marbre, qui tient encore de la brocatelle, se tire de la province de Champagne ; il est taché de gris, comme s'il étoit parsemé d'yeux de perdrix. Il y a encore, dans cette même province, des marbres nuancés de blanc et de jaunâtre.

Le marbre de Caen en Normandie est d'un rouge entremêlé de veines et de taches blanches : on en trouve de semblables près de Cannes en Languedoc.

Depuis quelques années on a découvert dans le Poitou, auprès de la Bonardelière, une carrière de fort beaux marbres ; il y en a de deux sortes : l'un est d'un assez beau rouge foncé, agréablement coupé et varié par une infinité de taches de toutes sortes de formes, qui sont d'un jaune pâle ; l'autre, au contraire, est uniforme dans sa couleur ; les blocs en sont gris ou jaunes, sans aucun mélange ni taches.

Dans le pays d'Aunis, M. Peluchon a trouvé, à deux lieues de Saint-Jean-d'Angely, un marbre coquillier, qu'il compare, pour la beauté, aux beaux marbres coquilliers d'Italie : il est en couches dans sa carrière, et il se présente en blocs ou en plateaux de quatre à cinq pieds en carré. Il est composé, comme les lumachelles, d'une infinité de petits coquillages. Il y en a du jaunâtre et du gris, et tous deux reçoivent un très beau poli.

Dans le Languedoc, on trouve aussi diverses sortes de marbres, qui méritent d'être employés à l'orne-

ment des édifices par la beauté et la variété de leurs couleurs ; on en tire une fort grande quantité auprès de la ville de Cannes, diocèse de Narbonne : il y en a d'incarnat ou d'un rouge pâle, marqués de veines et de taches blanches ; d'autres qui sont d'un bleu turquin ; et dans ces marbres turquins il y en a qui sont mouchetés d'un gris clair.

Il y a aussi, dans les environs de Cannes, une autre sorte de marbre que l'on appelle *griote*, parce que sa couleur approche beaucoup de celle des cerises de ce nom ; il est d'un rouge foncé, mêlé de blanc sale. Un autre marbre du même pays est appelé *cervelas*, parce qu'il a des taches blanches sur un fond rougeâtre.

En Provence, le marbre de la Sainte-Baume est renommé : il est taché de rouge, de blanc, et de jaune ; il approche de celui que l'on appelle *brocatelle d'Italie :* ce marbre est un des plus beaux qu'il y ait en France.

En Auvergne, il se trouve du marbre rougeâtre mêlé de gris, de jaune, et de vert.

En Gascogne, le marbre sérancolin, dans le *val d'Aure*, ou *vallée d'Aure*, est d'un rouge de sang, ordinairement mêlé de gris et de jaune ; mais il s'y trouve aussi des parties spathiques et transparentes. Ses carrières, qui étoient de seconde formation, et dont on a tiré des blocs d'un très grand volume, sont actuellement épuisées.

Près de Comminges, dans la même province de Gascogne, on trouve à Saint-Bertrand un marbre verdâtre, mêlé de taches rouges et de quelques taches blanches.

Le marbre *Campan* vient aussi de Gascogne : on le tire près de Tarbes. Il est mêlé plus ou moins de blanc, de rouge, de vert, et d'isabelle. Le plus commun de tous est celui qu'on appelle *vert-campan*, qui, sur un beau vert, n'est mêlé que de blanc. Tous ces marbres sont de seconde formation, et on en a tiré d'assez grands blocs pour en faire des colonnes.

Maintenant, si nous passons aux pays étrangers, nous trouvons qu'il y a dans le Groenland, sur les bords de la mer, beaucoup de marbres de toutes sortes de couleurs; mais la plupart sont noirs et blancs, parsemés de veines spathiques : le rivage est aussi couvert de quartiers informes de marbre rouge avec des veines blanches, vertes, et d'autres couleurs.

En Suède et en Angleterre, il y a de même des marbres dont la plupart varient par leurs couleurs.

En Allemagne, on en trouve aux environs de Saltzbourg et de Lintz différentes variétés : les uns sont d'un rouge lie de vin; d'autres sont olivâtres, veinés de blanc; d'autres rouges et rougeâtres, avec des veines blanches; et d'autres sont d'un blanc pâle, veiné de noirâtre. Il y en a quelques uns à Bareith, ainsi qu'en Saxe et en Silésie, dont on peut faire des statues; et on tire des environs de Brême du marbre jaune, taché de blanc.

A Altorf, près de Nuremberg, on a découvert depuis peu une sorte de marbre remarquable par la quantité de bélemnites et de cornes d'ammon qu'il contient. Sa carrière est située dans un endroit bas et aquatique : la couche en est horizontale, et n'a que dix-huit à dix-neuf pouces d'épaisseur; elle est recouverte par dix-huit pieds de terre, et se prolonge sous

les collines sans changer de direction : elle est divisée par une infinité de fentes perpendiculaires, qui ne sont éloignées l'une de l'autre que de trois, quatre, et cinq pieds, et ces fentes se multiplient d'autant plus que la couche de marbre s'éloigne davantage des terrains humides; ce qui fait qu'on ne peut pas obtenir de grands blocs de ce marbre. Sa couleur, lorsqu'il est brut, paroît être d'un gris d'ardoise; mais le poli lui donne une couleur verte, mêlée de gris brun, qui est agréablement relevée par les différentes figures que le mélange des coquilles y a dessinées.

Le pays de Liége et la Flandre fournissent des marbres plus ou moins beaux et plus ou moins variés dans leurs couleurs. On en tire de plusieurs sortes aux environs de Dinant : l'une est d'un noir très pur et très beau ; une autre est aussi d'un très beau noir, mais rayée de quelques veines blanches; une troisième est d'un rouge pâle avec de grandes plaques et quelques veines blanches; une quatrième est de couleur grisâtre et blanche, mêlée d'un rouge couleur de sang; et une cinquième, qui vient aussi de Liége, est d'un noir pur, et reçoit un beau poli.

On tire, aux environs de Namur, un marbre qui est aussi noir que ce dernier marbre de Liége ; mais il est traversé par quelques filets gris.

Dans le pays des Grisons, il se trouve à Puschiavio plusieurs sortes de marbres : l'un est de couleur incarnate; un autre, qui se tire sur le mont Jule, est très rouge; un autre, qui est de couleur blanche, forme un grand rocher auprès de Sanada : il y a un autre marbre à Tirano, qui est entièrement noir.

A Valmara, dans la Valteline, il y a du marbre rouge, mais en petites masses et seulement propre à faire des mortiers à piler.

Dans le Valais, on trouve, près des sources du Rhin, du marbre noir veiné de blanc.

Le canton de Glaris a aussi des marbres noirs veinés de blanc : on en tire de semblable auprès de Guppenberg, de Schwanden, et de Psefers, où il se trouve un autre marbre qui est de couleur grise-brune, parsemée de lentilles striées et convexes des deux côtés.

Le canton de Zurich fournit du marbre noir veiné de blanc, qui se tire à Vendenchwil : un autre, qui est aussi de couleur noire, mais rayé ou veiné de jaune, se trouve à Albisrieden.

Le canton de Berne renferme aussi différentes sortes de marbres : il y en a dont le fond est couleur de chair à Scheuznach; et tout auprès de ce marbre couleur de chair, on en voit du noir. Entre Aigle et Olon, on tire encore du marbre noir. A Spiez, le marbre noir est veiné de blanc, et à Grindelwald, il est entièrement noir.

Les marbres d'Italie sont en fort grand nombre et ont plus de réputation que tous les autres marbres de l'Europe : celui de Carrare, qui est blanc, se tire vers les côtes de Gênes, et en blocs de telle grandeur que l'on veut; son grain est cristallin, et peut être comparé, pour sa blancheur, à l'ancien marbre de Paros.

Le marbre de *Saravezza*, qui se trouve dans les mêmes montagnes que celui de Carrare, est d'un grain encore plus fin que ce dernier : on y voit aussi

un marbre rouge et blanc, dont les taches blanches et rouges sont quelquefois tellement distinctes les unes des autres, que ce marbre ressemble à une brèche, et qu'on peut lui donner le nom de *brocatelle;* mais il se trouve de temps en temps une teinte de noirâtre mélangée dans ce marbre. Sa carrière est en masse presque continue comme celui de Carrare, et comme celle de tous les autres marbres cristallins blancs, ou d'autres couleurs, qui se trouvent dans le Siennois et dans le territoire de Gênes : tous sont disposés en très grandes masses, dans lesquelles on ne voit aucun indice de coquilles, mais seulement quelques crevasses qui sont remplies par une cristallisation de spath calcaire. Ainsi il ne paroît pas douteux que tous ces marbres ne soient de seconde formation.

Les environs de Carrare fournissent aussi deux sortes de marbres verts : l'une, que l'on nomme improprement *vert d'Égypte*, est d'un vert foncé, avec quelques taches de blanc et de gris de lin; l'autre, que l'on nomme *vert de mer*, est d'une couleur plus claire, mêlée de veines blanches.

On trouve encore un marbre sur les côtes de Gênes, dont la couleur est d'un gris d'ardoise mêlée de blanc sale ; mais ce marbre est sujet à se tacher et à se jaunir après avoir reçu le poli.

On tire encore sur le territoire de Gênes le marbre *porto-venere*, ou *porte-cuivre*, dont la couleur est noire, veinée de jaune, et qui est moins estimé lorsqu'il est veiné de blanchâtre.

Le marbre de *Margore*, qui se tire du Milanois, est fort dur et assez commun ; sa couleur est un gris d'ar-

doise mêlé de quelque veines brunes ou couleur de fer.

Dans l'île d'Elbe, on trouve à Sainte-Catherine une carrière abondante de marbre blanc veiné de vert-noirâtre.

Le beau marbre de Sicile est d'un rouge-brun, mêlé de blanc et isabelle ; ces couleurs sont très vives et disposées par taches carrées et longues.

Tous les marbres précédents sont modernes ou nouvellement connus ; les carrières de ceux que l'on appelle *antiques* sont aujourd'hui perdues, comme nous l'avons dit, et réellement perdues à jamais, parce qu'elles ont été épuisées, ainsi que la matière qui les formoit : on ne compte que treize ou quatorze variétés de ces marbres antiques, dont nous ne ferons pas l'énumération, parce qu'on peut se passer de décrire dans une histoire naturelle générale les détails des objets particuliers qui ne se trouvent plus dans la nature.

Le marbre blanc de Paros est le plus fameux de tous ces marbres antiques ; c'est celui que les grands artistes de la Grèce ont employé pour faire ces belles statues que nous admirons encore aujourd'hui, non seulement par la perfection de l'ouvrage, mais encore par sa conservation depuis plus de vingt siècles : ce marbre s'est trouvé dans les îles de Paros, de Naxos, et de Tinos. Il a le grain plus gros que celui de Carrare, et il est mêlé d'une grande quantité de petits cristaux de spath ; ce qui fait qu'il s'égrène aisément en le travaillant ; et c'est ce même spath qui lui donne un degré de transparence presque aussi grande que celle de l'albâtre, auquel il ressemble encore par son

peu de dureté : ce marbre est donc évidemment de seconde formation. On le tire encore aujourd'hui des grandes grottes ou cavernes qui se trouvent sous la montagne que les anciens ont nommée *Marpesia.* Pline dit qu'ils donnoient à ce marbre l'épithète de *lychnites,* parce que les ouvriers le travailloient sous terre à la lumière de flambeaux. Dapper, dans sa *Description des îles de l'Archipel,* rapporte que dans cette montagne *Marpesia* il y a des cavernes extraordinairement profondes, où la lumière du jour ne peut pénétrer, et que le grand-seigneur, ainsi que les grands de la Porte, n'emploient pas d'autre marbre que celui qu'on en tire, pour décorer leurs plus somptueux bâtiments.

Il y a dans l'île de *Thasos,* aujourd'hui *Tasso,* quelques montagnes dont les rochers sont d'un marbre fort blanc, et d'autres rochers d'un marbre tacheté et parsemé de veines d'un beau jaune. Ce marbre étoit en grande estime chez les Romains, comme il l'est encore dans tous les pays voisins de cette île.

En Espagne, comme en Italie et en Grèce, il y a des collines et même des montagnes entières de marbre blanc. On en tire aussi dans les Pyrénées, du côté de Bayonne, qui est semblable au marbre de Carrare, à l'exception de son grain, qui est plus gros, et qui lui donne beaucoup plus de rapport au marbre blanc de Paros : mais il est encore plus tendre que ce dernier, et sa couleur blanche est sujette à prendre une teinte jaunâtre. Il se trouve aussi dans les mêmes montagnes un autre marbre d'un vert brun, taché de rouge.

M. Bowles donne, dans les termes suivants, la description de la montagne de *Filabres,* près d'Almeria, qui est tout entière de marbre blanc. « Pour se for-

mer, dit-il, une juste idée de cette montagne, il faut se figurer un bloc ou une pièce de marbre blanc d'une lieue de circuit, et de deux mille pieds de hauteur, sans aucun mélange d'autres pierres ni terres; le sommet est presque plat, et on découvre en différents endroits le marbre, sans que les vents, les eaux, ni les autres agents qui décomposent les rochers les plus durs, y fassent la moindre impression... Il y a un côté de cette montagne coupé presque à-plomb, et qui, depuis le vallon, paroît comme une énorme muraille de plus de mille pieds de hauteur, toute d'une seule pièce solide de marbre, avec si peu de fentes, et si petites, que la plus grande n'a pas six pieds de long, ni plus d'une ligne de large. »

On trouve, aux environs de Molina, du marbre couleur de chair et blanc; et à un quart de lieue du même endroit il y a une colline de marbre rougeâtre, jaune, et blanc, qui a le grain comme le marbre de Carrare.

La carrière de marbre de Naquera, à trois lieues de Valence, n'est pas en masses épaisses; ce marbre est d'un rouge obscur, orné de veines capillaires noires qui lui donnent une grande beauté. Quoiqu'on le tire à fleur de terre, et que ses couches ne soient pas profondes, il est assez dur pour en faire des tables épaisses et solides, qui reçoivent un beau poli.

On trouve à Guipuscoa en Navarre, et dans la province de Barcelone, un marbre semblable au sérancolin.

En Asie, il y a certainement encore beaucoup plus de marbres qu'en Europe : mais ils sont peu connus; et peut-être la plupart ne sont pas découverts. Le doc-

teur Shaw parle du marbre herborisé du mont Sinaï, et du marbre rougeâtre qui se tire aux environs de la mer Rouge. Chardin assure qu'il y a de plusieurs sortes de marbres en Perse, du blanc, du noir, du rouge, et du marbré de blanc et de rouge.

A la Chine, disent les voyageurs, le marbre est si commun, que plusieurs ponts en sont bâtis; on y voit aussi nombre d'édifices où le marbre blanc est employé, et c'est surtout dans la province de *Schang-Tung* qu'on en trouve en quantité : mais on prétend que les Chinois n'ont pas les arts nécessaires pour travailler le marbre aussi parfaitement qu'on le fait en Europe. Il se trouve, à douze ou quinze lieues de Pékin, des carrières de marbre blanc, dont on tire des masses d'une grandeur énorme, et dont on voit de très hautes et de très grosses colonnes dans quelques cours du palais de l'empereur.

Il y a aussi à Siam, selon La Loubère, une carrière de beau marbre blanc; et comme ce marbre blanc est plus remarquable que les marbres de couleurs, les voyageurs n'ont guère parlé de ces derniers, qui doivent être encore plus communs dans les pays qu'ils ont parcourus. Ils en ont reconnu quelques uns en Afrique, et le marbre africain étoit très estimé des Romains; mais le docteur Shaw, qui a visité les côtes d'Alger, de Tunis, et de l'ancienne Carthage en observateur exact, et qui a recherché les carrières de ces anciens marbres, assure qu'elles sont absolument perdues, et que le plus beau marbre qu'il ait pu trouver dans tout le pays n'étoit qu'une pierre assez semblable à la pierre de Lewington en Angleterre. Cependant Marmol parle d'un marbre blanc qui se trouve

dans la montagne d'Hentèle, l'une des plus hautes de l'Atlas; et l'on voit dans la ville de Maroc de grands piliers et des bassins d'un marbre blanc fort fin dont les carrières sont voisines de cette ville.

Dans le Nouveau-Monde on trouve ausssi du marbre en plusieurs endroits. M. Guettard parle d'un marbre blanc et rouge qui se tire près du *portage talon* de la *petite rivière* au Canada, et qui prend un très beau poli, quoiqu'il soit parsemé d'un grand nombre de points de plomb qui pourroient faire prendre ce marbre pour une mine de plomb.

Plusieurs voyageurs ont parlé des marbres du diocèze de La Paz au Pérou, dont il y a des carrières de diverses couleurs. Alphonse Barba cite le pays d'*Atacama*, et dit qu'on y trouve des marbres de diverses couleurs et d'un grand éclat. « Dans la ville impériale de Potosi il y avoit, dit-il, un grand morceau de ce marbre, taillé en forme de table de six palmes et six doigts de longueur, cinq palmes et six doigts de large, et deux doigts d'épaisseur. Ce grand morceau représentoit une espèce de treillage ou jalousie, formé d'un beau mélange de couleurs très vives en rouge clair, brun, noir, jaune, vert, et blanc.... A une lieue des mines de *Verenguela* il y a d'autres marbres qui ne sont pas inférieurs à ceux d'Atacama pour le lustre, sans avoir néanmoins les mêmes variétés de couleurs; car ils sont blancs et transparents en quelques endroits comme l'albâtre. »

A la vue de cette énumération que nous venons de faire de tous les marbres des différents pays, on pourroit croire que, dans la nature, les marbres de seconde formation sont bien plus communs que les autres,

parce qu'à peine s'en trouve-t-il deux ou trois dans lesquels il soit dit qu'on ait vu des impressions de coquilles; mais ce silence sur les marbres de première formation ne vient que de ce qu'ils ont été moins recherchés que les seconds, parce que ceux-ci sont en effet plus beaux, d'un grain plus fin, de couleurs plus décidées, et qu'ils peuvent se tirer en volume bien plus grand et se travailler plus aisément. Ces avantages ont fait que, dans tous les temps, on s'est attaché à exploiter ces carrières de seconde formation de préférence à celles des premiers marbres, dont les bancs horizontaux sont toujours surmontés de plusieurs autres bancs de pierre qu'il faut fouiller et débiter auparavant, tandis que la plupart des marbres de seconde formation se trouvent, comme les albâtres, ou dans des cavernes souterraines ou dans des lieux découverts et plus bas que ceux où sont situés les anciens marbres; car quand il se trouve des marbres de seconde formation jusqu'au dessus des collines, comme dans l'exemple de la montagne de marbre blanc cité par M. Bowles, il faut seulement en conclure que jadis ce sommet de colline n'étoit que le fond d'une caverne dans laquelle ce marbre s'est formé, et que l'ancien sommet étoit plus élevé et recouvert de plusieurs bancs de pierre ou de marbre qui ont été détruits après la formation du nouveau marbre. Nous avons cité un exemple à peu près pareil, au sujet des bancs de pierres calcaires dures qui se trouvent quelquefois au sommet des collines[1].

Dans les marbres anciens il n'y a que de la matière pierreuse en masse continue ou en morceaux séparés,

1. Voyez ci-devant l'article de la *Pierre calcaire*.

avec du spath en veines ou en cristaux et des impressions de coquilles; ils ne contiennent d'autres substances hétérogènes que celles qui leur ont donné des couleurs, ce qui ne fait qu'une quantité infiniment petite relativement à celle de leur masse; en sorte qu'on peut regarder ces premiers marbres, quoique colorés, comme entièrement composés de matières calcaires : aussi donnent-ils de la chaux qui est ordinairement grise, et qui, quoique colorée, est aussi bonne et même meilleure que celle de la pierre commune. Mais dans les marbres de seconde formation il y a souvent plus ou moins de mélange d'argile ou de terre limoneuse avec la matière calcaire[1]. On reconnoîtra, par l'épreuve de la calcination, la quantité plus ou moins grande de ces deux substances hétérogènes; car si les marbres contiennent seulement autant d'argile qu'en contient la marne, ils ne feront que

1. Les veines vertes qui se rencontrent dans le marbre Campan sont dues, selon M. Bayen, à une matière schisteuse. Il en est de même de celles qui se trouvent dans le marbre cipollin; et, par les expériences qu'il a faites sur ce dernier marbre, il a reconnu que les veines blanches contenoient aussi une petite portion de quartz.

La matière verte d'un autre morceau de cipollin, soumise à l'expérience, étoit une sorte de mica qui, selon M. Daubenton, étoit le vrai *talcite*.

Un morceau de vert antique, soumis de même à l'expérience, a fourni une matière talqueuse.

Un échantillon de marbre rouge appelé *griotte* a fourni à M. Bayen du schiste couleur de lie de vin.

Un échantillon envoyé d'Autun, sous le nom de *marbre noir antique*, avoit de la disposition à se séparer par couches, et son grain n'avoit aucun rapport avec celui des marbres proprement dits; M. Bayen a reconnu que ce marbre répandoit une forte odeur bitumineuse, et qu'il seroit bien placé avec les bitumes, ou du moins avec les schistes bitumineux.

de la mauvaise chaux, et s'ils sont composés de plus d'argile, de limon, de lave, ou d'autres substances vitreuses, que de matière calcaire, ils ne se convertiront point en chaux, ils résisteront à l'action des acides; et, n'étant marbres qu'en partie, on doit, comme je l'ai dit, les rejeter de la liste des vrais marbres, et les placer dans celle des pierres mi-parties et composées de substances différentes.

Or l'on ne doit pas être étonné qu'il se trouve de ces mélanges dans les marbres de seconde formation. A la vérité, ceux qui auront été produits précisément de la même matière que les albâtres, dans des cavernes uniquement surmontées de pierres calcaires ou de marbres, ne contiendront de même que des substances pierreuses et spathiques, et ne différeront des albâtres qu'en ce qu'ils seront plus denses et plus uniformément remplis de ces mêmes sucs pierreux : mais ceux qui se seront formés soit au dessous des collines d'argile surmontées de rochers calcaires, soit dans des cavités au dessus desquelles il se trouve des matières mélangées, des marnes, des tuffeaux, des pierres argileuses, des grès, ou bien des laves et d'autres matières volcaniques, seront tous également mêlés de ces différentes matières; car ici la nature passe, non pas par degrés et nuances d'une même matière, mais par doses différentes de mélange, du marbre et de la pierre calcaire la plus pure à la pierre argileuse et au schiste.

Mais, en renvoyant à un article particulier les pierres mi-parties et composées de matière vitreuse et de substance calcaire, nous pouvons joindre aux marbres brèches une grande partie des pierres appelées *pou-*

dingues, qui sont formées de morceaux arrondis et liés ensemble par un ciment qui, comme dans les marbres brèches, fait le fonds de ces sortes de pierres. Lorsque les morceaux arrondis sont de marbre ou de pierre calcaire, et que le ciment est de cette même nature, il n'est pas douteux que ces poudingues entièrement calcaires ne soient des espèces de marbres brèches; car ils n'en diffèrent que par quelques caractères accidentels, comme de ne se trouver qu'en plus petits volumes et en masses assez irrégulières, d'être plus ou moins durs ou susceptibles de poli, d'être moins homogènes dans leur composition, etc.; mais, étant au reste formés de même et entièrement composés de matière calcaire, on ne doit pas les séparer des marbres brèches, pourvu toutefois qu'ils aient à un certain degré la qualité qu'on exige de tous les marbres, c'est-à-dire qu'ils soient susceptibles de poli.

Il n'en est pas de même des poudingues, dont les morceaux arrondis sont de la nature du silex ou du caillou, et dont le ciment est en même temps de matière vitreuse, tels que les cailloux de Rennes et d'Angleterre; ces poudingues sont, comme l'on voit, d'un autre genre, et doivent être réunis aux cailloux en petites masses, et souvent ils ne sont que des débris du quartz, du jaspe, et du porphyre.

Nous avons dit que toutes les pierres arrondies et roulées par les eaux du Rhône, que M. de Réaumur prenoit pour de vrais cailloux, ne sont que des morceaux de pierre calcaire : je m'en suis assuré non seulement par mes propres observations, mais encore par celles de plusieurs de mes correspondants. M. de Morveau, savant physicien, et mon très digne ami,

m'écrit, au sujet de ces prétendus cailloux, dans les termes suivants. « J'ai observé, dit-il, que ces cailloux gris noirs, veinés d'un beau blanc, si communs aux bords du Rhône, qu'on a regardés comme de vrais cailloux, ne sont que des pierres calcaires roulées et arrondies par le frottement, qui toutes me paroissent venir de Millery en Suisse, seul endroit que je connoisse où il y ait une carrière analogue; de sorte que les masses de ces pierres, qui couvrent plus de quarante lieues de pays, sont des preuves non équivoques d'un immense transport par les eaux[1]. » Il est certain que des eaux aussi rapides que celles du Rhône peuvent transporter d'assez grosses masses de pierres à de très grandes distances; mais l'origine de ces pierres arrondies me paroît bien plus ancienne que l'action du courant des fleuves et des rivières, puisqu'il y a des montagnes presque entièrement composées de ces pierres arrondies, qui n'ont pu y être accumulées que par les eaux de la mer : nous en avons déjà donné quelques exemples. M. Guettard rapporte « qu'entre Saint-Chaumont en Lyonnois et Rives-de-Gier les rochers sont entièrement composés de *cailloux* roulés... que les lits des montagnes ne sont faits eux-mêmes que de ces amas de cailloux entassés... que le chemin qui est au bas des montagnes est également rempli de ces cailloux roulés..... qu'on en retrouve après Bourgnais; qu'on n'y voit que de ces pierres dans les chemins, de même que dans les campagnes voisines et dans les coupes des fossés..... qu'ils ressemblent à ceux qui sont roulés par le Rhône..... que

1. Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.

des coupes de montagnes assez hautes, telles que celles qui sont à la porte de Lyon, en font voir abondamment; qu'ils sont au dessous d'un lit qu'on prendroit pour un sable marneux..... que le chemin qui conduit de Lyon à Saint-Germain est également rempli de ces cailloux; qu'avant d'arriver à Fontaine on passe une montagne qui en est composée; que ces cailloux sont de la grosseur d'une noix, d'un melon, et de plusieurs autres dimensions entre ces deux-ci; qu'on en voit des masses qui forment de mauvais poudingues..... que ces cailloux roulés se voient aussi le long du chemin qui est sur le bord de la Saône; que les montagnes en sont presque entièrement formées, et qu'elles renferment des poudingues semblables à ceux qui sont de l'autre côté de la rivière. »

M. de La Galissonnière, cité par M. Guettard, dit « qu'en sortant de Lyon, à la droite du Rhône, on rencontre des poudingues; qu'on trouve dans quelques endroits du Languedoc de ces mêmes pierres; que tous les bords du Rhône en Dauphiné en sont garnis, et même à une très grande élévation au dessus de son lit, et que tout le terrain est rempli de ces cailloux roulés, mais qui me paroissent, ajoute M. de La Galissonnière, plutôt des pierres noires calcaires que de vrais cailloux ou silex : ils forment dans plusieurs endroits des poudingues. Le plus grand nombre sont noirs : mais il y en a aussi de jaunes, de rougeâtres, et très peu de blancs. »

M. Guettard fait encore mention de plusieurs autres endroits où il a vu de ces cailloux roulés, et des poudingues formés, par leur assemblage, en assez grosses masses.

« Après avoir passé Luzarches et la Morlaix on monte, dit-il, une montagne dont les pierres sont blanches, calcaires, remplies de pierres *numismales*, de peignes, et de différentes autres coquilles mal conservées, et d'un si grand nombre de cailloux roulés, petits et de moyenne grosseur, qu'on pourroit regarder ces rochers comme des poudingues coquilliers. En suivant cette grande route, on retrouve les cailloux roulés à Creil, à Fitz-James, et dans un endroit appelés *la Folie*. Ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux qui se présentent dans les cantons précédents, ni par leur grosseur ni par leur couleur, qui est communément noirâtre. Cette couche noire est celle que j'ai principalement remarquée dans les cailloux roulés que j'ai observés parmi les sables des deux endroits bien éloignés de ces derniers. Ces sables sont entre Andreville et Épernon. »

Les cailloux roulés qui se trouvent dans les plaines de la Crau d'Arles sont aussi des pierres calcaires de couleur bleuâtre. On voit même sur les bords et dans le lit de la rivière Necker, près de Cronstadt en Allemagne, des masses considérables de poudingues formés de morceaux calcaires, arrondis, blancs, gris roussâtres, etc. Il se trouve des masses semblables de ces galets réunis sur les montagnes voisines, et jusqu'à leur sommet, d'où ils sont sans doute roulés dans les plaines et dans le lit des rivières.

On peut regarder le marbre appelé *brèche antique* comme un poudingue calcaire, composé de gros morceaux arrondis bien distincts, les uns blancs, bleus, rouges, et les autres noirs; ce qui rend cette brèche très belle par ses variétés de couleurs. La brèche d'Alep

est de même composée, comme la brèche antique, de morceaux arrondis, dont la couleur est isabelle. La brèche de Saravezze ou Saravèche présente des morceaux arrondis d'un bien plus grand diamètre, dont la plupart tirent sur la couleur violette, et dont les autres sont blancs ou jaunâtres. Dans la brèche violette commune il y a des morceaux arrondis assez gros, et d'autres bien plus petits; la plupart sont blancs, et les autres d'un violet foible.

Tous les poudingues calcaires sont donc des espèces de brèches, et on ne les en auroit pas séparés si d'ordinaire ils ne se fussent pas trouvés différents des brèches par leur ciment, qui est moins dur et qui ne peut recevoir le poli. Il ne manque donc à ces poudingues calcaires qu'un degré de pétrification de plus pour être entièrement semblables aux plus beaux marbres brèches, de la même manière que dans les poudingues composés de vrais cailloux vitreux arrondis il ne manque qu'un degré de pétrification dans leur ciment pour en faire des matières aussi dures que les porphyres ou les jaspes.

DU PLATRE ET DU GYPSE.

Le plâtre et le gypse sont des matières calcaires, mais imprégnées d'une assez grande quantité d'acide vitriolique pour que ce même acide, et même tous les autres, n'y fassent plus d'impression. Cet acide

vitriolique est seul dans le gypse ; mais il est combiné dans le plâtre avec d'autres acides : et, pour que les noms ne fassent pas ici confusion, j'avertis que j'appelle *gypse* ce que les nomenclateurs ont nommé *sélénite*, par le rapport très éloigné qu'ont les reflets de la lumière sur le gypse avec la lumière de la lune.

Ces deux substances, le gypse et le plâtre, qui sont au fond les mêmes, ne sont jamais bien dures; souvent elles sont friables, et toujours elles se calcinent à un degré de chaleur moindre que celui du feu nécessaire pour convertir la pierre calcaire en chaux. On les broie après la calcination ; et, en les détrempant alors avec de l'eau, on en fait une pâte ductile qui reçoit toutes sortes de formes, qui sèche en assez peu de temps, se durcit en se séchant, et prend une consistance aussi ferme que celle des pierres tendres ou de la craie dure.

Le gypse et le plâtre calcinés forment, comme la chaux vive, une espèce de crème à la surface de l'eau; et l'on observe que, quoiqu'ils refusent de s'unir avec les acides, ils s'imbibent facilement de toutes les substances grasses. Pline dit que cette dernière propriété des gypses étoit si bien connue, qu'on s'en servoit pour dégraisser les laines. C'est aussi en polissant les plâtres à l'huile qu'on leur donne un lustre presque aussi brillant que celui d'un beau marbre.

L'acide qui domine dans tous les plâtres est l'acide vitriolique; et si cet acide étoit seul dans toutes ces matières, comme il l'est dans le gypse, on seroit en droit de dire que le gypse et le plâtre ne sont absolument qu'une seule et même chose : mais l'on verra par quelques expériences rapportées ci-après que le

plâtre contient non seulement de l'acide vitriolique, mais aussi des acides nitreux et marins, et que par conséquent on ne doit pas regarder le gypse et le plâtre comme des substances dont l'essence soit absolument la même. Je ne fais cette réflexion qu'en conséquence de ce que nos chimistes disent, « que le plâtre ou gypse n'est qu'un sel vitriolique à base de terre calcaire, c'est-à-dire une vraie sélénite. » Il me semble qu'on peut donc distinguer l'un de l'autre en disant que le gypse n'est en effet imprégné que de l'acide vitriolique, tandis que le plâtre contient non seulement l'acide vitriolique avec la base calcaire, mais encore une portion d'acides nitreux et marins, D'ailleurs le prétendu gypse fait artificiellement en mêlant de l'acide vitriolique avec une terre calcaire ne ressemble pas assez au gypse ou au plâtre produit par la nature, pour qu'on puisse dire que c'est une seule et même chose. M. Pott avoue même que ces deux produits de l'art et de la nature ont des différences sensibles; mais, avant de prononcer affirmativement sur le nombre et la qualité des éléments dont le plâtre est composé après la calcination, il faut d'abord le voir et l'examiner dans son état de nature.

Les plâtres sont disposés, comme les pierres calcaires, par lits horizontaux; mais tout concourt à prouver que leur formation est postérieure à celle de ces pierres. 1° Les masses ou couches de plâtre surmontent généralement les bancs calcaires, et n'en sont jamais surmontées; ces plâtres ne sont recouverts que de couches plus ou moins épaisses d'argile ou de marne amoncelées et souvent mélangées de terre limoneuse. 2° La substance du plâtre n'est évidemment qu'une

poudre détachée des masses calcaires anciennes, puisque le plâtre ne contient point de coquilles, et qu'on y trouve, comme nous le verrons, des ossements d'animaux terrestres; ce qui suppose une formation postérieure à celle des bancs calcaires. 3° Cette épaisseur d'argile dont on voit encore la plupart des carrières de plâtre surmontées semble être la source d'où l'acide a découlé pour imprégner les plâtres; en sorte que la formation des masses plâtreuses paroît tenir à la circonstance de ces dépôts d'argile rapportés sur les débris des matières calcaires, telles que les craies, qui dès lors ont reçu par stillation les acides, et surtout l'acide vitriolique, plus abondant qu'aucun autre dans les argiles; ce qui n'empêche pas que, lors de sa formation, le plâtre n'ait aussi reçu d'autres principes salins dont l'eau de la mer étoit imprégnée; et c'est en quoi le plâtre diffère du gypse, dans lequel l'acide vitriolique est seul combiné avec la terre calcaire.

Mais, de quelque part que viennent les acides contenus dans le plâtre, il est certain que le fonds de sa substance n'est qu'une poussière calcaire qui ne diffère de la craie qu'en ce qu'elle est fortement imprégnée de ces mêmes acides; et ce mélange d'acides dans la matière calcaire suffit pour en changer la nature, et pour donner aux stalactites qui se forment dans le plâtre des propriétés et des formes toutes différentes de celles des spaths et autres concrétions calcaires. Les parties intégrantes du gypse, vues à la loupe, paroissent être tantôt des prismes engrenés les uns dans les autres, tantôt de longues lames avec des fibres uniformes en filaments allongés, comme dans l'alun

de plume, auquel l'acide donne aussi cette forme, mais dans une matière bien différente, puisque la base de l'alun est argileuse, au lieu que celle de tout plâtre est calcaire.

La plupart des auteurs ont employé sans distinction le nom de *gypse* et celui de *plâtre* pour signifier la même chose : mais, pour éviter une seconde confusion de noms, nous n'appellerons *plâtre* que celui qui est opaque, et que l'on trouve en grands bancs comme la pierre calcaire, d'autant que le nom de *gypse* n'est connu ni dans le commerce ni par les ouvriers, qui nomment *plâtre* toute matière gypseuse et opaque; nous n'appliquerons donc le nom de *gypse* qu'à ce que l'on appeloit *sélénite*, c'est-à-dire à ces morceaux transparents, et toujours de figure régulière, que l'on trouve dans toutes les carrières plâtreuses.

Le plâtre ressemble, dans son état de nature, à la pierre calcaire tendre; il est de même opaque et si friable, qu'il ne peut recevoir le moindre poli. Le gypse, au contraire, est transparent dans toute son épaisseur; sa surface est luisante et colorée de jaunâtre, de verdâtre, et quelquefois elle est d'un blanc clair. Les dénominations de *pierre spéculaire* ou de *miroir d'âne*, que le vulgaire, avec quelques autres nomenclateurs, ont données à cette matière cristallisée, n'étant fondées que sur des rapports équivoques ou ridicules, nous préférons avec raison le nom de *gypse;* car le talc, aussi bien que le gypse, pourroit être appelé *pierre spéculaire*, puisque tous deux sont transparents, et la dénomination de *miroir à âne*, ou *miroir d'âne*, n'auroit jamais dû sortir de la plume de nos docteurs.

Le gypse est transparent, et s'exfolie, comme le talc, en lames étendues et minces; il perd de même sa transparence au feu : mais il en diffère même à l'extérieur, en ce que le talc est plus doux et comme onctueux au toucher : il en diffère aussi par sa cassure spathique et chatoyante; il est calcinable, et le talc ne l'est pas : le plus petit degré de feu rend opaque le gypse le plus transparent, et il prend, par la calcination, plus de blancheur que l'autre plâtre.

De quelque forme que soient les gypses, ce sont toujours des stalactites du plâtre qu'on peut comparer aux spaths des matières calcaires. Ces stalactites gypseuses sont composées ou de grandes lames appliquées les unes contre les autres, ou de simples filets posés verticalement les uns sur les autres, ou enfin de grains à facettes irrégulières, réunis latéralement les uns auprès des autres; mais toutes ces stalactites gypseuses sont transparentes, et par conséquent plus pures que les stalactites communes de la pierre calcaire [1] : et

1. M. Sage, savant chimiste de l'Académie des Sciences, distingue neuf espèces de matières plâtreuses : 1° la terre gypseuse, blanche et friable comme la craie, et qui n'en diffère qu'en ce qu'elle ne fait point effervescence avec les acides; 2° l'albâtre gypseux, qui est susceptible de poli, et qui est ordinairement demi-transparent; 3° la pierre à plâtre, qui n'est point susceptible de poli; 4° le gypse ou sélénite cunéiforme, appelée aussi *pierre spéculaire, miroir d'âne,* et vulgairement *talc de Montmartre;* 5° le gypse ou sélénite rhomboïdale, dont il a trouvé des morceaux dans une argile rouge et grise de la montagne de Saint-Germain-en-Laye; 6° le gypse ou sélénite prismatique décaèdre, dont il a vu des morceaux dans l'argile noire de Picardie; 7° la sélénite basaltine en prismes hexaèdres dans une argile grise de Montmartre; 8° le gypse ou sélénite lenticulaire, dont les cristaux sont opaques ou demi-transparents, et forment des groupes composés de petites masses orbiculaires renflées dans le milieu, amincies vers les bords; 9° enfin

quand je réduis à ces trois formes de lames, de filets, et de grains, les cristallisations gypseuses, c'est seulement parce qu'elles se trouvent le plus communément; car je ne prétends pas exclure les autres formes qui ont été ou qui seront remarquées par les observateurs, puisqu'ils trouveront en ce genre, comme je l'ai moi-même observé dans les spaths calcaires, des variétés presque innombrables dans la figure de ces cristallisations, et qu'en général la forme de cristallisation n'est pas un caractère constant, mais plus équivoque et plus variable qu'aucun autre des caractères par lesquels on doit distinguer les minéraux.

Nous pensons qu'on peu réduire à trois classes principales les stalactites transparentes de tous les genres : 1° les cristaux quartzeux ou cristaux de roche, qui sont les stalactites du genre vitreux, et sont en même temps les plus dures et les plus diaphanes; 2° les spaths, qui sont les stalactites des matières calcaires, et qui ne sont pas, à beaucoup près, aussi dures que les cristaux vitreux; 3° les gypses, qui sont les stalactites des matières plâtreuses, et qui sont les plus tendres de toutes. Le degré de feu qui est nécessaire pour faire perdre la transparence à toutes ces stalactites paroît proportionnel à leur dureté : il ne faut qu'une chaleur très médiocre pour blanchir le gypse et le rendre opaque; il en faut une plus grande pour blanchir le spath et le réduire en chaux; et enfin le feu le plus violent de nos fourneaux ne fait que très

le gypse ou sélénite striée, composée de fibres blanches, opaques, et parallèles, ordinairement brillantes et satinées : on la trouve en Franche-Comté, à la Chine, en Sibérie, et on lui donne communément le nom de *gypse de la Chine.*

peu d'impression sur le cristal de roche, et ne le rend pas opaque. Or la transparence provient en partie de l'homogénéité de toutes les parties constituantes du corps transparent; et sa dureté dépend du rapprochement de ces mêmes parties, et de leur cohésion plus ou moins grande : selon que ces parties intégrantes seront elles-mêmes plus solides, et à mesure qu'elles seront plus rapprochées les unes des autres par la force de leur affinité, le corps transparent sera plus dur. Il n'est donc pas nécessaire d'imaginer, comme l'ont fait les chimistes, une *eau de cristallisation*, et de dire que cette eau produit la cohésion et la transparence, et que la chaleur la faisant évaporer, le corps transparent devient opaque, et perd sa cohérence par cette *soustraction* de son eau de cristallisation : il suffit de penser que, la chaleur dilatant tous les corps, un feu médiocre suffit pour briser les foibles liens des corps tendres, et qu'avec un feu plus puissant on vient à bout de séparer les parties intégrantes des corps les plus durs; qu'enfin ces parties séparées et tirées hors de leur sphère d'affinité ne pouvant plus se réunir, le corps transparent est pour ainsi dire désorganisé, et perd sa transparence, parce que toutes ses parties sont alors situées d'une manière différente de ce qu'elles étoient auparavant.

Il y a des plâtres de plusieurs couleurs. Le plâtre le plus blanc est aussi le plus pur, et celui qu'on emploie le plus communément dans les enduits pour couvrir le plâtre gris, qui feroit un mauvais effet à l'œil, et qui est ordinairement plus grossier que le blanc. On connoît aussi des plâtres rougeâtres, jaunâtres, ou variés de ces couleurs; elles sont toutes

produites par les matières ferrugineuses et minérales dont l'eau se charge en passant à travers les couches de la terre végétale; mais ces couleurs ne sont pas dans les plâtres aussi fixes que dans les marbres; au lieu de devenir plus foncées et plus intenses par l'action du feu, comme il arrive dans les marbres chauffés, elles s'effacent au contraire dans les plâtres au même degré de chaleur, en sorte que tous les plâtres après la calcination sont dénués de couleurs, et paroissent seulement plus ou moins blancs. Si l'on expose à l'action du feu le gypse composé de grandes lames minces, on voit ces lames se désunir et se séparer les unes des autres; on les voit en même temps blanchir et perdre toute leur transparence. Il en est de même du gypse en filets ou en grains; la différente figure de ces stalactites gypseuses n'en change ni la nature ni les propriétés.

Les bancs de plâtre ont été, comme ceux des pierres calcaires, déposés par les eaux en couches parallèles, séparées par lits horizontaux; mais, en se desséchant, il s'est formé dans tout l'intérieur de leur masse un nombre infini de fentes perpendiculaires qui la divisent en colonnes à plusieurs pans. M. Desmarest a observé cette figuration dans les bancs de plâtre à Montmartre; ils sont entièrement composés de prismes posés verticalement les uns contre les autres, et ce savant académicien les compare aux prismes de basalte, et croit que c'est par la retraite de la matière que cette figuration a été produite; mais je pense au contraire, comme je l'ai déjà dit, que toute matière ramollie par le feu ou par l'eau ne peut prendre cette figuration, en se desséchant, que par son ren-

flement et non par sa retraite, et que ce n'est que par la compression réciproque que ces prismes peuvent s'être formés et appliqués verticalement les uns contre les autres. Les basaltes se renflent par l'action du feu qu'ils contiennent, et l'on sait que le plâtre en se séchant, au lieu de faire retraite, prend de l'extension; et c'est par cette extension de volume et par ce renflement réciproque et forcé que les différentes parties de sa masse prennent cette figure prismatique à plus ou moins de faces, suivant la résistance plus ou moins grande de la matière environnante.

Le plâtre semble différer de toutes les autres matières par la propriété qu'il a de prendre très promptement de la solidité, après avoir été calciné, réduit en poudre, et détrempé avec de l'eau; il acquiert même tout aussi promptement, et sans addition d'aucun sable ni ciment, un degré de dureté égal à celui du meilleur mortier fait de sable et de chaux : il prend corps de lui-même, et devient aussi solide que la craie la plus dure ou la pierre tendre; il se moule parfaitement, parce qu'il se renfle en se desséchant : enfin il peut recevoir une sorte de poli qui, sans être brillant, ne laisse pas d'avoir un certain lustre.

La grande quantité d'acides dont la matière calcaire est imprégnée dans tous les plâtres, et même saturée, ne fait en somme qu'une très petite addition de substance; car elle n'augmente sensiblement ni le volume ni la masse de cette même matière calcaire : le poids du plâtre est à peu près égal à celui de la pierre blanche dont on fait de la chaux; mais ces dernières pierres perdent plus du tiers et quelquefois moitié de leur pesanteur en se convertissant en chaux,

au lieu que le plâtre ne perd qu'environ un quart par la calcination [1]. De même il faut une quantité plus

1. J'ai mis dans le foyer d'une forge un morceau de plâtre du poids de deux livres, et, après lui avoir fait éprouver une chaleur de la plus grande violence pendant l'espace de près de huit heures, lorsque je l'en ai tiré il ne pesoit plus que vingt-quatre onces trois gros : il m'a paru qu'il avoit beaucoup diminué de volume; sa couleur étoit devenue jaunâtre; il étoit beaucoup plus dur qu'auparavant, surtout à sa surface; il n'avoit ni odeur ni goût, et l'eau-forte n'y a fait aucune impression. Après l'avoir broyé avec peine, je l'ai détrempé dans une suffisante quantité d'eau; mais il ne s'en est pas plus imbibé que si c'eût été du verre en poudre, et il n'a acquis ensuite ni dureté ni cohésion. J'ai répété encore cette expérience de la manière suivante. J'ai fait calciner un morceau de plâtre dans un fourneau à chaux, et au degré de chaleur nécessaire pour la calcination de la pierre; après l'avoir retiré du fourneau, j'ai observé que sa superficie s'étoit durcie, et étoit devenue jaunâtre; mais ce qui m'a surpris, c'est que ce plâtre exhaloit une odeur de soufre extrêmement pénétrante; l'ayant cassé, je l'ai trouvé plus tendre à l'intérieur que lorsqu'il a été cuit à la manière ordinaire, et, au lieu d'être blanc, il étoit d'un bleu clair. J'ai remis encore une partie de ce morceau de plâtre dans un fourneau de la même espèce : sa superficie y a acquis beaucoup plus de dureté: l'intérieur étoit aussi beaucoup plus dur qu'auparavant; le feu avoit enlevé sa couleur bleue, et l'odeur du soufre se faisoit sentir beaucoup moins : celui qui n'avoit éprouvé que la première calcination s'est réduit facilement en poudre; l'autre, au contraire, étoit parsemé de grains très durs, qu'il falloit casser à coups de marteau. Ayant détrempé ces deux morceaux de plâtre pulvérisés dans de l'eau pour essayer d'en former une pâte, le premier a exhalé une odeur de soufre si forte et si pénétrante que j'avois peine à la supporter; mais je ne me suis pas aperçu que le mélange de l'eau ait rendu l'odeur du second plus sensible; et ils n'ont acquis l'un et l'autre, en se desséchant, ni dureté ni cohésion.

J'ai fait calciner un autre morceau de plâtre du poids d'environ trois livres, au degré de chaleur qu'on fait ordinairement éprouver à cette pierre lorsqu'on veut l'employer : après avoir broyé ce plâtre, je l'ai détrempé dans douze pintes d'eau de fontaine, que j'ai fait bouillir pendant l'espace de deux heures dans des vaisseaux de terre vernissés : j'ai versé ensuite l'eau par inclination dans d'autres vaisseaux; et,

que double d'eau pour fondre une quantité donnée de chaux, tandis qu'il ne faut qu'une quantité égale

après l'avoir filtrée, j'ai continué de la faire évaporer par ébullition : pendant l'évaporation, sa superficie s'est couverte d'une pellicule formée de petites concrétions gypseuses, qui se précipitoient au fond du vaisseau lorsqu'elles avoient acquis un certain volume. La liqueur étant réduite à la quantité d'une bouteille, j'en ai séparé ces concrétions gypseuses, qui pesoient environ une once, et qui étoient blanches et demi-transparentes; en ayant mis sur des charbons allumés, loin d'y acquérir une plus grande blancheur, comme il seroit arrivé au plâtre cru, elles y sont devenues presque aussitôt brunes. J'ai filtré la liqueur, qui étoit alors d'un jaune clair et d'un goût un peu lixiviel; et, l'ayant fait évaporer au feu de sable dans un grand bocal, il s'y est encore formé des concrétions gypseuses : lorsque la liqueur a été réduite à la quantité d'un verre, sa couleur m'a paru plus foncée; et, l'ayant goûtée, j'y ai démêlé une saveur acide et néanmoins salée; je l'ai filtrée avant qu'elle ait été refroidie, et l'ayant mise dans un lieu frais, j'ai trouvé, le lendemain, au fond du vaisseau, trente-six grains de nitre bien cristallisé, formé en aiguilles ou petites colonnes à six faces, qui s'est enflammé sur les charbons en fulminant comme le nitre le plus pur : j'ai fait ensuite évaporer, pendant quelques instants, le peu de liqueur qui me restoit, et j'en ai encore retiré la même quantité de matière saline, d'une espèce différente, à la vérité, de la première; car c'étoit du sel marin, sans aucun mélange d'autres sels, qui étoient cristallisé en cubes, mais dont la face attachée au vaisseau avoit la forme du sommet d'une pyramide dont l'extrémité auroit été coupée : le reste de la liqueur s'est ensuite épaissi, et il ne s'y est formé aucuns cristaux salins.

J'ai fait calciner dans un fourneau à chaux un autre morceau de plâtre : il pesoit, après l'avoir calciné, dix onces; sa superficie étoit devenue très dure, et il exhaloit une forte odeur de soufre; l'ayant cassé, l'intérieur s'est trouvé très blanc, mais cependant parsemé de taches et de veines bleues, et l'odeur sulfureuse étoit encore plus pénétrante au dedans qu'au dehors. Après l'avoir broyé, j'ai versé quelques goutes d'eau-forte sur une pincée de ce plâtre, et il a été sur-le-champ dissous avec beaucoup d'effervescence, quoique les esprits acides soient sans action sur le plâtre cru, et sur celui qui n'a éprouvé qu'une chaleur modérée; j'en ai ensuite détrempé une once avec de l'eau : mais ce mélange ne s'est point échauffé d'une manière sensible,

d'eau pour détremper le plâtre calciné, c'est-à-dire plus de deux livres d'eau pour une livre de chaux comme il seroit arrivé à la chaux; cependant il s'en est élevé des vapeurs sulfureuses extrêmement pénétrantes : ce plâtre a été long-temps à se sécher, et il n'a acquis ni dureté ni adhésion.

On sait, en général, que les corps qui sont imprégnés d'une grande quantité de sels et de soufre sont ordinairement très durs : telles sont les pyrites vitrioliques, et plusieurs autres concrétions minérales. On observe, de plus, que certains sels ont la propriété de s'imbiber d'une quantité d'eau très considérable, et de faire paroître les liquides sous une forme sèche et solide. Si on fait dissoudre dans une quantité d'eau suffisante une livre de sel de Glauber, qu'on aura fait sécher auparavant à la chaleur du feu ou aux rayons du soleil, jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poudre blanche, on retirera de cette dissolution environ trois livres de sel bien cristallisé; ce qui prouve que l'eau qu'il peut absorber est en proportion double de son poids : il se peut donc faire que la petite quantité de sel que le plâtre contient contribue en quelque chose à sa cohésion; mais je suis persuadé que c'est principalement au soufre auquel il est uni qu'on doit attribuer la cause du prompt desséchement et de la dureté qu'il acquiert, après avoir éprouvé l'effervescence, en comparaison de celle qu'acquiert la chaux vive jetée dans l'eau. Cette effervescence est cependant assez semblable et très réelle, puisqu'il y a un mouvement intestin, chaleur sensible, et augmentation de volume : or toute effervescence occasione une raréfaction et même une génération d'air; et c'est par cette raison que le plâtre se renfle et qu'il pousse en tous sens, même après qu'il a été mis en œuvre : mais cet air produit par l'effervescence est bientôt absorbé et fixé de nouveau dans les substances qui abondent en soufre. En effet, selon M. Hales (*Statistique des végétaux*, expér. CIII), le soufre absorbe l'air, non seulement lorsqu'il brûle, mais même lorsque les matières où il se trouve incorporé fermentent : il donne pour exemple des mèches faites de charpie de vieux linges trempés dans du soufre fondu et ensuite enflammé, qui absorbèrent cent quatre-vingt-dix-huit pouces cubiques d'air. On sait d'ailleurs que cet air ainsi fixé, et qui a perdu son ressort, attire avec autant de force qu'il repousse dans son état d'élasticité : on peut donc croire que le ressort de l'air contenu dans le plâtre ayant été détruit, durant l'effervescence, par le soufre auquel il est uni, les parties constituantes de ce mixte s'attirent alors mutuellement, et se rapprochent assez pour lui donner la

vive, et une livre d'eau seulement pour une livre de plâtre calciné.

Une propriété commune à ces deux matières, c'est-à-dire à la chaux et au plâtre calciné, c'est que toutes deux exposées à l'air, après la calcination, tombent en poussière et perdent la plus utile de leurs propriétés : on ne peut plus les employer dans cet état. La chaux, lorsqu'elle est ainsi décomposée par l'humidité de l'air, ne fait plus d'ébullition dans l'eau, et ne s'y détrempe ou délaie que comme la craie; elle n'acquiert ensuite aucune consistance par le desséchement, et ne peut pas même reprendre par une seconde calcination les qualités de la chaux vive : et de même le plâtre en poudre ne se durcit plus lorsqu'il a été éventé, c'est-à-dire abandonné trop longtemps aux injures de l'air.

La chaux fondue n'acquiert pas à la longue, ni jamais par le simple desséchement, le même degré de consistance que le plâtre prend en très peu de temps après avoir été, comme la pierre calcaire, calciné par le feu et détrempé dans l'eau. Cette différence vient en grande partie de la manière dont on opère sur ces deux matières. Pour fondre la chaux, on la noie d'une grande quantité d'eau qu'elle saisit avidement; dès lors elle fermente, s'échauffe, et bout en exhalant une odeur forte et lixivielle. On détrempe le plâtre calciné avec une bien moindre quantité d'eau; il s'échauffe aussi, mais beaucoup moins, et il répand une odeur désagréable qui approche de celle du foie de soufre. Il se dégage donc de la pierre à

dureté et la densité que nous lui voyons prendre en aussi peu de temps. (*Note communiquée par M. Nadault.*)

chaux, comme de la pierre à plâtre, beaucoup d'air fixe, et quelques substances volatiles, pyriteuses, bitumineuses, et salines, qui servent de liens à leurs parties constituantes, puisqu'étant enlevées par l'action du feu leur cohérence est en grande partie détruite : et ne doit-on pas attribuer à ces mêmes substances volatiles fixées par l'eau la cause de la consistance que reprennent le plâtre et les mortiers de chaux? En jetant de l'eau sur la chaux, on fixe les molécules volatiles auxquelles ses parties solides sont unies : tant que dure l'effervescence, ces molécules volatiles font effort pour s'échapper; mais lorsque toute effervescence a cessé, et que la chaux est entièrement saturée d'eau, on peut la conserver pendant plusieurs années, et même pendant des siècles, sans qu'elle se dénature, sans même qu'elle subisse aucune altération sensible. Or c'est dans cet état que l'on emploie le plus communément la chaux pour en faire du mortier; elle est donc imbibée d'une si grande quantité d'eau, qu'elle ne peut acquérir de la consistance qu'en perdant une partie de cette eau par la sécheresse des sables avec lesquels on la mêle ; il faut même un très long temps pour que ce mortier se sèche et se durcisse en perdant par une lente évaporation toute sont eau superflue; mais comme il ne faut au contraire qu'une petite quantité d'eau pour détremper le plâtre, et que s'il en étoit noyé comme la pierre à chaux il ne se sècheroit ni ne durciroit pas plus tôt que le mortier, on saisit, pour l'employer, le moment ou l'effervescence est encore sensible; et quoique cette effervescence soit bien plus foible que celle de la chaux bouillante, cependant elle n'est pas

sans chaleur, et même cette chaleur dure pendant une heure ou deux : c'est alors que le plâtre exhale la plus grande partie de son odeur. Pris dans cet état et disposé par la main de l'ouvrier, le plâtre commence par se renfler, parce que ses parties spongieuses continuent de se gonfler de l'eau dans laquelle il a été détrempé; mais, peu de temps après, il se durcit par un dessèchement entier. Ainsi l'effet de sa prompte cohésion dépend beaucoup de l'état où il se trouve au moment qu'on l'emploie; la preuve en est que le mortier fait avec de la chaux vive se sèche et se durcit presque aussi promptement que le plâtre gâché, parce que la chaux est prise alors dans le même état d'effervescence que le plâtre. Cependant ce n'est qu'avec beaucoup de temps que ces mortiers faits avec la chaux, soit vive, soit éteinte, prennent leur entière solidité, au lieu que le plâtre prend toute la sienne dès le premier jour. Enfin cet endrucissement du plâtre, comme le dit très bien M. Macquer, « peut venir du mélange de celles de ses parties qui ont pris un caractère de *chaux vive*, pendant la calcination, avec celles qui n'ont pas pris un semblable caractère et qui servent de ciment. » Mais ce savant chimiste ajoute que cela peut venir aussi de ce que le plâtre reprend *l'eau de sa cristallisation, et se cristallise de nouveau précipitamment et confusément.* La première cause me paroît si simple et si vraie, que je suis surpris de l'alternative d'une seconde cause, dont on ne connoît pas même l'existence; car cette eau de cristallisation n'est, comme le phlogistique, qu'un être de méthode, et non de la nature.

Les plâtres n'étant que des craies ou des poudres

de pierres calcaires imprégnées et saturées d'acides. on trouve assez souvent des couches minces de plâtre entre les lits d'argile, comme l'on y trouve aussi de petites couches de pyrites et de pierres calcaires. Toutes ces petites couches sont de nouvelle formation, et proviennent également du dépôt de l'infiltration des eaux. Comme l'argile contient des pyrites et des acides, et qu'en même temps la terre végétale qui la couvre est mêlée de sables calcaires et de parties ferrugineuses, l'eau se charge de toutes ces particules calcaires, pyriteuses, acides, et ferrugineuses, et les dépose ou séparément ou confusément entre les joints horizontaux et les petites fentes verticales des bancs ou lits d'argile. Lorsque l'eau n'est chargée que des molécules de sable calcaire pur, son sédiment forme une concrétion calcaire tendre, ou bien une pierre semblable à toutes les autres pierres de seconde formation ; mais quand l'eau se trouve à la fois chargée d'acides et de molécules calcaires, son sédiment sera du plâtre. Et ce n'est ordinairement qu'à une certaine profondeur dans l'argile que ces couches minces de plâtre sont situées, au lieu qu'on trouve les petites couches de pierres calcaires entre les premiers lits d'argile. Les pyrites se forment de même, soit dans la terre végétale, soit dans l'argile, par la substance du feu fixe réunie à la terre ferrugineuse et à l'acide. Au reste, M. Pott a eu tort de douter que le plâtre fût une matière calcaire, puisqu'il n'a rien de commun avec les matières argileuses que l'acide qu'il contient, et que sa base, ou, pour mieux dire, sa substance est entièrement calcaire, tandis que celle de l'argile est vitreuse.

Et de même que les sables vitreux se sont plus ou moins imprégnés des acides et du bitume des eaux de la mer en se convertissant en argile, les sables calcaires, par leur long séjour sous ces même eaux, ont dû s'imprégner de ces mêmes acides, et former des plâtres, principalement dans les endroits où la mer étoit le plus chargée de sels : aussi les collines de plâtre, quoique toutes disposées par lits horizontaux, comme celles des pierres calcaires, ne forment pas des chaînes étendues, et ne se trouvent qu'en quelques endroits particuliers; il y a même d'assez grandes contrées où il ne s'en trouve point du tout.

Les bancs des carrières à plâtre, quoique superposés horizontalement, ne suivent pas la loi progressive de dureté et de densité qui s'observe dans les bancs calcaires; ceux de plâtre sont même souvent séparés par des lits interposés de marne, de limon, de glaise, et chaque banc plâtreux est pour ainsi dire de différente qualité, suivant la proportion de l'acide mêlé dans la substance calcaire. Il y a aussi beaucoup de plâtres imparfaits, parce que la matière calcaire est très souvent mêlée avec quelque autre terre, en sorte qu'on trouve assez communément un banc de très bon plâtre entre deux bancs de plâtre impur et mélangé.

Au reste, le plâtre cru le plus blanc ne l'est jamais autant que le plâtre calciné, et tous les gypses ou stalactites de plâtre, quoique transparents, sont toujours un peu colorés, et ne deviennent très blancs que par la calcination ; cependant l'on trouve en quelques endroits le gypse d'un blanc transparent dont nous avons parlé, et auquel on a donné improprement le nom d'*albâtre*.

Le gypse est le plâtre le plus pur, comme le spath est aussi la pierre calcaire la plus pure : tous deux sont des extraits de ces matières, et le gypse est peut-être le plus abondant proportionnellement dans les bancs plâtreux que le spath ne l'est dans les bancs calcaires; car on trouve souvent entre les lits de pierre à plâtre des couches de quelques pouces d'épaisseur de ce même gypse transparent et de figure régulière. Les fentes perpendiculaires ou inclinées, qui séparent de distance à autre les blocs des bancs de plâtre, sont aussi incrustées et quelquefois entièrement remplies de gypse transparent et formées de filets allongés; et il paroît en général qu'il y a beaucoup moins de stalactites opaques dans les plâtres que dans les pierres calcaires.

Les plâtres colorés, gris, jaunes, ou rougeâtres, sont mélangés de parties minérales : la craie ou la pierre blanche réduite en poudre aura formé les plus beaux plâtres : la marne, qui est composée de poudre de pierre, mais mélangée d'argile ou de terre limoneuse, n'aura pu former qu'un plâtre impur et grossier, plus ou moins coloré suivant la quantité de ces mêmes terres : aussi voit-on dans les carrières plusieurs bancs de plâtres imparfaits, et le bon plâtre se fait souvent chercher bien au dessous des autres.

Les couches de plâtre, comme celles de craie, ne se trouvent pas sous les couches des pierres dures ou des rochers calcaires; et ordinairement les collines à plâtre ne sont composées que de petit gravier calcaire, de tuffeau, qu'on doit regarder comme une poussière de pierre, et enfin de marne, qui n'est aussi que de la poudre de pierre mêlée d'un peu de terre.

Ce n'est que dans les couches les plus basses de ces collines, et au dessous de tous les plâtres, qu'on trouve quelquefois des bancs calcaires avec des impressions de coquilles marines. Ainsi toutes ces poudres de pierre, soit craie, marne ou tuffeau, ont été déposées par des alluvions postérieures, avec les plâtres, sur les bancs de pierre qui ont été formés les premiers, et la masse entière de la colline plâtreuse porte sur cette pierre ou sur l'argile ancienne et le schiste, qui sont le fondement et la base générale et commune de toutes les matières calcaires et plâtreuses.

Comme le plâtre est une matière très utile, il est bon de donner une indication des différents lieux qui peuvent en fournir, et où il se trouve par couches d'une certaine étendue, à commencer par la colline de Montmartre à Paris : on en tire des plâtres blancs, gris, rougeâtres, et il s'y trouve une très grande quantité de gypse, c'est-à-dire des stalactites transparentes et jaunâtres en assez grands morceaux plus ou moins épais, et composés de lames minces appliquées les unes contre les autres. Il y a aussi de bon plâtre à Passy, à Montreuil près de Creteil, à Gagny, et dans plusieurs endroits aux environs de Paris : on en trouve de même à Decize en Nivernois, à Sombernon près de Vitteaux en Bourgogne, où le gypse est blanc et très transparent. « Dans le village de Charcey, situé à trois lieues au couchant de Châlons-sur-Saône, sur la route de cette ville à Autun, il y a, m'écrit M. Dumorey, des carrières de très beau plâtre blanc et gris. Ces carrières s'étendent dans une grande partie du territoire ; elles sont à peu de profondeur en terre : on les découvre souvent en cultivant les vignes qui

couvrent la colline où elles se trouvent ; elles sont placées presque au pied du coteau, qui est dominé de toutes parts des montagnes les plus élevées du pays. La surface de tout le coteau n'est pas sous des pentes uniformes ; elle est au contraire coupée presque en tous sens par des anciens ravins qui forment dans ce pays un nombre de petits monticules disposés sur la croupe générale de la montagne. Ce plâtre est de la première qualité pour l'intérieur des appartements, mais moins fort que celui de Montmartre et que celui de Salins en Franche-Comté, lorsqu'il est exposé aux injures de l'air[1]. » M. Guettard a donné la description de la carrière à plâtre de Serbeville en Lorraine, près de Lunéville. Dans cette plâtrière les derniers bancs ne portent pas sur l'argile, mais sur un banc de pierres calcaires mêlées de coquilles. Il a aussi parlé de quelques unes des carrières à plâtre du Dauphiné ; et, en dernier lieu, M. Pralon a très bien décrit celle de Montmartre près Paris.

En Espagne, aux environs de Molina, il y a plusieurs carrières de plâtre ; on en voit une colline entière à Dovenno près de Liria, et l'on y voit des bancs de plâtre blanc, gris, et rouge. On trouve aussi du plâtre rouge au sommet d'une montagne calcaire à Albaracin, qui paroît être l'un des lieux les plus élevés de l'Espagne, et il y en a de même près d'Alicante, qui est un des lieux les plus bas, puisque cette ville est située sur les bords de la mer : elle est voisine d'une colline dont les bancs inférieurs sont de plâtre de différentes couleurs.

1. Note communiquée par M. Dumorey, ingénieur en chef de la province de Bourgogne, à M. de Buffon, 22 juillet 1779.

En Italie, le comte Marsigli a donné la description de la carrière à plâtre de *Saint-Raphaël*, aux environs de Bologne, où l'on a fouillé à plus de trois cents pieds de profondeur. On trouve aussi du bon plâtre dans plusieurs provinces de l'Allemagne, et il y en a de très blanc dans le duché de Wirtemberg.

«Dans quelques endroits de la Pologne, dit M. Guettard, le vrai plâtre n'est pas rare. Celui de Rohatin (starostie de Russie) est entièrement semblable au plâtre des environs de Paris, que l'on appelle *grygnard :* il est composé de morceaux de pierres spéculaires jaunâtres et brillantes, qui affectent une figure triangulaire. Les bancs de cette pierre sont de toutes sortes de largeurs et d'épaisseurs. » On trouve encore du plâtre et du beau gypse aux environs de Bâle en Suisse, dans le pays de Neufchâtel, et dans plusieurs autres endroits de l'Europe.

Il y a de même du plâtre dans l'île de Chypre, et presque dans toutes les provinces de l'Asie ; on en fait des magots à la Chine et aux Indes.

L'on ne peut donc guère douter que cette matière ne se trouve dans toutes les parties du monde, quoiqu'elle se présente seulement dans des lieux particuliers, et toujours dans le voisinage de la pierre calcaire : car le plâtre n'étant composé que de substance calcaire réduite en poudre, il ne peut se trouver que dans les endroits peu éloignés des rochers, dont les eaux auront détaché ces particules calcaires ; et comme il contient aussi beaucoup d'acide vitriolique, cette combinaison suppose le voisinage de la terre limoneuse, de l'argile, et des pyrites, en sorte que les matières plâtreuses ne se seront formées, comme

nous l'avons dit, que dans les terrains où ces deux circonstances se trouvent réunies.

Quelque hautes que soient certaines collines à plâtre, il n'est pas moins certain que toutes sont d'une formation plus nouvelle que celle des collines calcaires; outre les preuves que nous en avons déjà données, cela peut se démontrer par la composition même de ces éminences plâtreuses : les couches n'en sont pas arrangées comme dans les collines calcaires; quoique posées horizontalement, elles ne suivent guère un ordre régulier; elles sont placées confusément les unes sur les autres, et chacune de ces couches est de matière différente; elles sont souvent surmontées de marne ou d'argile, quelquefois de tuffeau ou de pierres calcaires en débris, et aussi de pyrites, de grès, et de pierre meulière. Une colline à plâtre n'est donc qu'un gros tas de décombres amenés par les eaux dans un ordre assez confus, et dans lequel les lits de poussière calcaire qui ont reçu les acides des lits supérieurs sont les seuls qui se soient convertis en plâtre. Cette formation récente se démontre encore par les ossements d'animaux terrestres[1] qu'on trouve dans ces couches de plâtre, tandis qu'on n'y a jamais trouvé de coquilles marines; enfin elle se démontre évidemment, parce que, dans cet immense tas de décombres, toutes les matières sont moins dures et moins solides que dans les carrières de pierres anciennes. Ainsi la nature, même dans son désordre, et lorsqu'elle nous paroît n'avoir travaillé que dans la confusion, sait tirer de ce désordre même des effets pré-

1. Nous avons au Cabinet du Roi des mâchoires de cerf, avec leurs dents, trouvées dans les carrières de plâtre de Montmartre près Paris.

cieux et former des matières utiles, telles que le plâtre, avec de la poussière inerte et des acides destructeurs; et comme cette poussière de pierre, lorsqu'elle est fortement imprégnée d'acides, ne prend pas un grand degré de dureté, et que les couches de plâtre sont plus ou moins tendres dans toute leur étendue, soit en longueur ou en largeur, il est arrivé que ces couches, au lieu de se fendre, comme les couches de pierre dure, par le desséchement, de distance en distance sur leur longueur, se sont au contraire fendues dans tous les sens, en se renflant tant en largeur qu'en longueur; et cela doit arriver dans toute matière molle qui se renfle d'abord par le desséchement avant de prendre sa consistance. Cette même matière se divisera par ce renflement en prismes plus ou moins gros et à plus ou moins de faces, selon qu'elle sera plus ou moins tenace dans toutes ses parties. Les couches de pierre, au contraire, ne se renflant point par le desséchement, ne se sont fendues que par leur retraite et de loin en loin, et plus fréquemment sur leur longueur que sur leur largeur, parce que ces matières plus dures avoient trop de consistance, même avant le desséchement, pour se fendre dans ces deux dimensions, et que dès lors les fentes perpendiculaires n'ont pu se faire que par effort sur l'endroit le plus foible, où la matière s'est trouvée un peu moins dure que le reste de la masse, et qu'enfin le desséchement seul, c'est-à-dire sans renflement de la matière, ne peut la diviser que très irrégulièrement, et jamais en prismes ni en aucune autre figure régulière.

DES PIERRES

COMPOSÉES DE MATIÈRES VITREUSES

ET DE SUBSTANCES CALCAIRES.

Dès que les eaux se furent emparées du premier débris des grandes masses vitreuses, et que la matière calcaire eut commencé à se produire dans leur sein par la génération des coquillages, bientôt ces détriments vitreux et calcaires furent transportés, et déposés tantôt seuls et purs, et tantôt mélangés et confondus ensemble suivant les différents mouvements des eaux. Les mélanges qui s'en formèrent alors dûrent être plus ou moins intimes, selon que ces poudres étoient ou plus ténues ou plus grossières, et suivant que la mixtion s'en fit plus ou moins complètement. Les mélanges les plus imparfaits nous sont représentés par la marne, dans laquelle l'argile et la craie sont mêlées sans adhésion, et confondues sans union proprement dite. Une autre mixtion un peu plus intime est celle qui s'est faite par succession de temps, de l'acide des argiles qui s'est déposé sur les bancs calcaires, et, en ayant pénétré l'intérieur, les a transformés en gypse et en plâtre. Mais il y a d'autres matières mixtes où les substances argileuses et calcaires sont encore plus intimement unies et combinées,

et qui paroissent appartenir de plus près aux grandes et antiques formations de la nature : telles sont ces pierres qui, avec la forme feuilletée des schistes, et ayant en effet l'argile pour fonds de leur substance, offrent en même temps dans leur texture une figuration spathique semblable à celle de la pierre calcaire, et contiennent réellement des éléments calcaires intimement unis et mêlés avec les parties schisteuses. La première de ces pierres mélangées est celle que les minéralogistes ont désignée sous le nom bizarre de *pierre de corne*[1]. Elle se trouve souvent en grandes masses adossées aux montagnes de granites, ou contiguës aux schistes qui les revêtent et qui forment les montagnes du second ordre. Or cette position semble indiquer l'époque de la formation de ces schistes spathiques, et la placer, ainsi que nous l'avons indiqué, au temps de la production des dernières argiles et des premières matières calcaires, qui dûrent en effet être contemporaines; et ce premier mélange des détriments vitreux et calcaires paroît être le plus intime comme le plus ancien de tous : aussi la combinaison de l'acide des couches argileuses déposées postérieurement sur des bancs calcaires est bien moins parfaite dans la pierre gypseuse, puisqu'elle est bien plus aisément réductible que ne l'est la pierre de corne, qui

1. Ce nom de pierre de corne (*hornstein*) avoit d'abord été donné par les mineurs allemands à ces silex en lames qui, par leur couleur brune et leur demi-transparence, offrent quelque ressemblance avec la corne : mais Wallerius a changé cette acception, qui du moins étoit fondée sur une apparence; et les minéralogistes, d'après lui, appliquent, sans aucune analogie entre le mot et la chose, cette dénomination de *pierre de corne* aux schistes spathiques plus ou moins calcaires dont nous parlons.

souffre, sans se calciner, le feu nécessaire pour la fondre. La pierre à plâtre, au contraire, se cuit et se calcine à une médiocre chaleur. On sait de même que de simples lotions, ou un précipité par l'acide, suffisent pour faire la séparation des poudres calcaires et argileuses dans la marne, parce que ces poudres y sont restées dans un état d'incohérence, qu'elles n'y sont pas mêlées intimement, et qu'elles n'ont point subi la combinaison qui leur eût fait prendre la figuration spathique, véritable indice de la lapidification calcaire.

Cette pierre de corne est plus dure que le schiste simple, et en diffère par la quantité plus ou moins grande de matière calcaire qui fait toujours partie de sa substance. On pourroit donc désigner cette pierre sous un nom moins impropre que celui de *pierre de corne*, et même lui donner une dénomination précise en l'appelant *schiste spathique;* ce qui indiqueroit en même temps et la substance schisteuse qui lui sert de base, et le mélange calcaire qui en modifie la forme et en spécifie la nature [1]. Et ces pierres de

1. Quoique M. de Saussure reproche aux minéralogistes françois d'avoir méconnu la pierre de corne, et de l'avoir confondue, sous le nom de *schiste,* avec toutes sortes de pierres qui se divisent par feuillets, soit argileuses, soit marneuses ou calcaires (*Voyage dans les Alpes,* tome I, page 77), il est pourtant vrai que ces mêmes minéralogistes n'ont fait qu'une erreur infiniment plus légère que celle où il tombe lui-même en rangeant les *roches primitives* au nombre des *roches feuilletées;* mais, sans insister sur cela, nous observerons seulement que le nom de *schiste* ne désigna jamais, chez les bons naturalistes, aucune pierre feuilletée purement calcaire ou marneuse, et que, dans sa véritable acception, il signifia toujours spécialement les pierres argileuses qui se divisent naturellement par feuillets, et qui sont plus ou moins mélangées d'autres substances, mais dont la base est

corne ou schistes spathiques ne diffèrent en effet entre eux que par la plus ou moins grande quantité de matière calcaire qu'ils contiennent. Ceux où la substance argileuse est presque pure ont le grain semblable à celui du schiste pur; mais ceux où la matière calcaire ou spathique abonde offrent à leur cassure un grain brillant, écailleux, avec un tissu fibreux, et même montrent distinctement dans leur texture une figuration spathique en lames rectangulaires striées; et c'est dans ce dernier état que quelques auteurs ont donné à leur *pierre de corne* le nom de *hornblende*, et que Wallerius l'a indiquée sous la dénomination de *corneus spathosus*.

Les schistes spathiques sont en général assez tendres, et le plus dur de ces schistes spathiques ou *pierres de corne* est celle que les Suédois ont appelée *trapp* (escalier), parce que cette pierre se casse par étage ou plans superposés comme les marches d'un escalier [1]. La pierre de corne commune est moins

toujours l'argile : or la pierre de corne n'est en effet qu'une espèce de ces pierres mélangées de parties argileuses et calcaires, et nous croyons devoir la ranger sous une même dénomination avec ces pierres; et ce n'étoit pas la peine d'inventer un nom sans analogie pour ne nous rien apprendre de nouveau, et pour désigner une substance qui n'est qu'un schiste mélangé de parties calcaires. En rappelant donc cette pierre au nom générique de *schiste*, auquel elle doit rester subordonnée, il ne s'agit que de lui assigner une épithète spécifique qui la classe et la distingue dans son genre; et comme le nom de *spath*, malgré les raisons qu'il y auroit eu de ne l'appliquer qu'à une seule substance, paroît avoir été adopté pour désigner des substances très différentes, je croirois qu'il seroit à propos d'appeler les prétendues pierres de corne *schistes spathiques*, puisqu'en effet leur texture offre toujours une cristallisation plus ou moins apparente en forme de spath.

1. M. Bergmann, dans sa lettre à M. de Troïl (*Lettres sur l'Islande*,

dure que le trapp ; quelques autres pierres de corne sont si tendres, qu'elles se laissent entamer avec l'ongle. Leur couleur varie entre le gris et le noir ; il s'en trouve aussi de vertes, de rouges de diverses teintes. Toutes sont fusibles à un degré de feu assez modéré, et donnent en se fondant un verre noir et compacte. Wallerius observe qu'en humectant ces pierres elles rendent une odeur d'argile. Ce fait seul, joint à l'inspection, auroit dû les lui faire placer à la suite des pierres argileuses ou des schistes ; et la nature passe en effet par nuances des schistes simples ou purement argileux à ces schistes composés, dont ceux qui sont le moins mélangés de parties calcaires n'offrent pas la figuration spathique, et ne peuvent, de l'aveu des minéralogistes, se distinguer qu'à peine du schiste pur.

Quoique le trapp et les autres pierres de corne ou schistes spathiques, qui ne contiennent qu'une petite quantité de matière calcaire, ne fassent aussi que

page 448), s'exprime ainsi : « Dans toutes les montagnes disposées par couches qui se trouvent dans la Westrogothie, la couche supérieure est de trapp, placée sur une ardoise noire ; il n'y a nulle apparence que cette matière de trapp ait jamais été fondue. » Mais quand ensuite cet habile chimiste veut attribuer au basalte la même origine, il se trompe, car il est certain que le basalte a été fondu ; et son idée sur l'identité du trapp et du basalte, fondée sur la ressemblance de leurs produits dans l'analyse, ne prouve rien autre chose, sinon que le feu a pu, comme l'eau, envelopper, confondre les mêmes matières.

Le trapp, suivant M. de Morveau, contient beaucoup de fer ; il a tiré quinze par cent de fer d'un morceau de trapp qui lui avoit été envoyé de Suède par M. Bergmann : celui-ci assure que le trapp se fond au feu sans bouillonnement ; que l'alcali minéral le dissout par la voie sèche avec effervescence, et que le borax le dissout sans effervescence.

peu ou point d'effervescence avec les acides, néanmoins, en les traitant à chaud avec l'acide nitreux, on en obtient par l'alcali fixe un précipité gélatineux, de même nature que celui que donnent la zéolithe et toutes les autres matières mélangées de parties vitreuses et de parties calcaires.

Ce schiste spathique se trouve en grand volume et en masses très considérables mêlées parmi les schistes simples. M. de Saussure, qui le décrit sous le nom de *pierre de corne*, l'a rencontré en plusieurs endroits des Alpes. « A demi-lieue de *Chamouni*, dit ce savant professeur, en suivant la rive droite de l'Arve, la base d'une montagne de laquelle sortent plusieurs belles sources est une *roche de corne* mêlée de mica et de quartz ; ses couches sont à peu près *verticales*, souvent brisées, et diversement dirigées. » Ce mélange de mica, ce voisinage du quartz, cette violente inclinaison des masses, me paroissent s'accorder avec ce que je viens de dire sur l'origine et le temps de la formation de cette pierre mélangée. Il faut en effet que ce soit dans le temps ou les micas étoient flottants et disséminés sur les lieux ou se trouvoient les débris plus ou moins atténués des quartz, et dans des dispositions ou les masses primitives, rompues en différents angles, n'offroient comme parois et comme bases que de fortes inclinaisons et des pentes roides ; ce n'est, dis-je, que dans ces positions que les couches de formation secondaire ont pu prendre les grandes inclinaisons des pentes et des faces contre lesquelles on les voit appliquées. En effet, M. de Saussure nous fournit de ces exemples de *roches de corne* adossées à des granites ; mais ne se méprend-il pas lorsqu'il dit

que des blocs ou tranches de granite, qui se rencontrent encore quelquefois enfermés dans ces roches de corne, s'y sont produits ou introduits postérieurement à la formation de ces mêmes roches? Il me semble que c'est lors de leur formation même que ces fragments de granite primitif y ont été renfermés, soit qu'ils y soient tombés en se détachant des sommets plus élevés [1], soit que la force même des flots les y ait entraînés dans le temps que les eaux charrioient la pâte molle des argiles mélangées des poudres calcaires dont est formée la substance des schistes spathiques : car nous sommes bien éloignés de croire que ces tranches ou prétendus filons de granite se soient produits, comme le dit M. de Saussure, par cristallisation et par l'infiltration des eaux; ce ne seroit point alors du véritable granite primitif, mais une concrétion secondaire et formée par l'agglutination des sables graniteux [2]. Ces deux formations doivent être soigneusement distinguées, et l'on ne peut pas, comme le fait ici ce savant auteur, donner la même origine et le même temps de formation aux masses primitives et à leurs productions secondaires ou stalactites ; ce seroit bouleverser toute la généalogie des substances du règne minéral.

1. L'observation même de M. de Saussure auroit pu le convaincre que la matière de ces tranches de granite a été amenée par le mouvement des eaux, et qu'elle s'est déposée en même temps que la matière de la pierre de corne dans laquelle ce granite est inséré, puisqu'il remarque qu'où elles se présentent les couches de la roche de corne *s'interrompent brusquement*, et paroissent s'être *inégalement affaissées*.

2. M. de Saussure remarque lui-même, dans cette pierre, de *petites fentes rectilignes*..... qui lui paroissent l'*effet d'un commencement de retraite*.

Il y a aussi des schistes spathiques dans lesquels le quartz et le feld-spath se trouvent en fragments et en grains dispersés, et comme disséminés dans la substance de la pierre ; M. de Saussure en a vu de cette espèce dans la même vallée de *Chamouni*. La formation de ces pierres ne me paroît pas difficile à expliquer en se rappelant qu'entre les détriments des quartz, des granites, et des autres matières vitreuses primitives entraînées par les eaux, la poudre la plus ténue et la plus décomposée forma les argiles, et que les sables plus vifs et non décomposés formèrent le grès : or il a dû se trouver dans cette destruction des matières primitives, de gros sables qui bientôt furent saisis et agglutinés par la pâte d'argile pure ou d'argile déjà mélangée de substances calcaires [1]. Ces gros sables, eu égard à leur pesanteur, n'ont point été charriés loin du lieu de leur origine ; et ce sont en effet ces grains de quartz, de feld-spath, et de schorl, qui se trouvent incorporés et empâtés dans la pierre argileuse spathique ou pierre de corne, voisine des vrais granites [2]. Enfin il est évident que la formation

1. M. de Saussure, après avoir parlé d'une pierre composée d'un mélange de quartz et de spath calcaire, et l'avoir improprement appelée *granite,* ajoute que cette matière *se trouve par filons dans les montagnes de roche de corne ;* or cette stalactite des roches de corne nous fournit une preuve de plus que ces roches sont composées du mélange des débris des masses vitreuses et des détriments des substances calcaires.

2. C'est à la même origine qu'il faut rapporter cette pierre que M. de Saussure appelle *granite veiné;* dénomination qui ne peut être plausible que dans le langage d'un naturaliste qui parle sans cesse de *couches perpendiculaires.* Ce prétendu granite veiné est composé de lits de graviers graniteux, restés purs et sans mélange, et stratifiés près du lieu de leur origine ; voisinage que cet observateur regarde comme

des schistes spathiques et le mélange de substances argileuses et calcaires qui les composent, ainsi que la formation de toutes les autres pierres mixtes, supposent nécessairement la décomposition des matières simples et primitives dont elles sont composées; et vouloir conclure [1] de la formation de ces productions secondaires à celle des masses premières, et de ces pierres remplies de sables graniteux aux véritables granites, c'est exactement comme si l'on vouloit expliquer la formation des premiers marbres par les brèches, ou celle des jaspes par les poudingues.

Après les pierres dans lesquelles une portion de matière calcaire s'est combinée avec l'argile, la nature nous en offre d'autres où des portions de matières argileuses se sont mêlées et introduites dans les masses calcaires : tels sont plusieurs marbres, comme le *vert-campan* des Pyrénées, dont les zones vertes sont formées d'un vrai schiste interposé entre les tranches calcaires rouges qui font le fond de ce marbre mixte; telles sont aussi les *pierres de Florence*, où le fond du tableau est de substance calcaire pure ou teinte par un peu de fer, mais dont la partie qui représente des ruines contient une portion considérable de terre schisteuse à laquelle, suivant toute apparence, est

formant un passage très important pour conduire à la formation des vrais granites; mais ce passage en apprend, sur la formation du granite, à peu près autant que le passage du grès au quartz en pourroit apprendre sur l'origine de cette substance primitive.

1. « Je ferai voir combien ce genre mixte nous donne de lumière sur la formation des granites proprement dits, ou granites en masses. » (Saussure, *Voyages dans les Alpes*, tome I, page 427.) On peut voir d'ici quelle espèce de lumière pourra résulter d'une analogie si peu fondée.

due cette figuration sous différents angles et diverses coupes, lesquelles sont analogues aux lignes et aux faces angulaires sous lesquelles on sait que les schistes affectent de se diviser lorsqu'ils sont mêlés de la matière calcaire.

Ces pierres mixtes, dans lesquelles les veines schisteuses traversent le fond calcaire, ont moins de solidité et de durée que les marbres purs; les portions schisteuses sont plus tendres que le reste de la pierre, et ne résistent pas long-temps aux injures de l'air : c'est par cette raison que le marbre campan employé dans les jardins de Marly et de Trianon s'est dégradé en moins d'un siècle. On devroit donc n'employer pour les monuments que des marbres reconnus pour être sans mélange de schistes, ou d'autres matières argileuses qui les rendent susceptibles d'une prompte altération, et même d'une destruction entière.

Une autre matière mixte, et qui n'est composée que d'argile et de substance calcaire, est celle qu'on appelle à Genève et dans le Lyonnois *mollasse*, parce qu'elle est fort tendre dans sa carrière. Elle s'y trouve en grandes masses [1], et on ne laisse pas de l'employer pour les bâtiments, parce qu'elle se durcit à l'air : mais comme l'eau des pluies, et même l'humidité de

1. « En 1779 on ouvrit un chemin près de Lyon au bord du Rhône, dans une montagne presque toute de mollasse; la coupe perpendiculaire de cette montagne présentoit une infinité de couches successives légèrement ondées, d'épaisseurs différentes dont le tissu plus ou moins serré et les nuances diversifiées annonçoient bien des dépôts formés à différentes époques ; j'y ai remarqué des lits de gravier dont l'interposition étoit visiblement l'effet de quelques inondations qui avoient interrompu de temps à autre la stratification de la mollasse. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

l'air, la pénètrent et la décomposent peu à peu, on doit ne l'employer qu'à couvert; et c'est en effet pour éviter la destruction de ces pierres mollasses qu'on est dans l'usage, le long du Rhône et à Genève, de faire avancer les toits de cinq à six pieds au delà des murs extérieurs, afin de les défendre de la pluie[1]. Au reste, cette pierre, qui ne peut résister à l'eau, résiste très bien au feu, et on l'emploie avantageusement à la construction des fourneaux de forges et des foyers de cheminée.

Pour résumer ce que nous venons de dire sur les pierres composées de matières vitreuses et de substance calcaire en grandes masses, et dont nous ne donnerons que ces trois exemples, nous dirons, 1° que les *schistes spathiques* ou *roches de corne* représentent le grand mélange et la combinaison intime qui s'est faite des matières calcaires avec les argiles lorsqu'elles étoient toutes deux réduites en poudre, et que ni les unes ni les autres n'avoient encore aucune solidité; 2° que les mélanges moins intimes formés par les transports subséquents des eaux, et dans lesquels chacune des matières vitreuses et calcaires ne sont que mêlées et moins intimement liées, nous sont représentés par ces marbres mixtes et ces pierres dessinées

1. « Le pont de Bellegarde sur la Valsime, à peu de distance de son confluent avec le Rhône, est assis sur un banc de mollasse que les eaux avoient creusé de plus de quatre-vingts pieds à l'époque de 1778 : la comminution lente des deux talus avoit tellement travaillé sous les culées de ce pont, qu'elles se trouvoient en l'air; il a fallu le reconstruire, et les ingénieurs ont eu la précaution de jeter l'arc beaucoup au delà des deux bords, laissant pour ainsi dire la part du temps hors du point de fondation, et calculant la durée de cet édifice sur la progression de cette comminution. » (*Suite de la note de M. de Morveau.*)

dans lesquelles la matière schisteuse se reconnoît à des caractères non équivoques, et paroît avoir été déposée par entassements successifs, et alternativement avec la matière calcaire, ou introduite en petite quantité dans les scissures et les fentes de ces mêmes matières calcaires; 3° que les mélanges les plus grossiers et les moins intimes de l'argile et de la matière calcaire nous sont représentés par la pierre mollasse et même par la marne; et nous pouvons aisément concevoir dans combien de circonstances ces mélanges de schiste ou d'argile et de substance calcaire, plus ou moins grossiers, ou plus ou moins intimes, ont dû avoir lieu, puisque les eaux n'ont cessé, tant qu'elles ont couvert le globe, comme elles ne cessent encore au fond des mers, de travailler, porter, et transporter ces matières, et par conséquent de les mélanger dans tous les lieux où les lits d'argile se sont trouvés voisins des couches calcaires, et où ces dernières n'auroient pas encore recouvert les premières.

Cependant ces éléments ne sont pas les seuls que la nature emploie pour le mélange et l'union de la plupart des mixtes : indépendamment des détriments vitreux et calcaires, elle emploie aussi la terre végétale, qu'on doit distinguer des terres calcaires ou vitreuses, puisqu'elle est produite en grande partie par la décomposition des végétaux et des animaux terrestres, dont les détriments contiennent non seulement les éléments vitreux et calcaires qui forment la base des parties solides de leurs corps, mais encore tous les principes actifs des êtres organisés, et surtout une portion de ce feu qui les rendoit vivants ou végétants. Ces molécules actives tendent sans cesse à former des com-

binaisons nouvelles dans la terre végétale; et nous ferons voir dans la suite que les plus brillantes comme les plus utiles des productions du règne minéral appartiennent à cette terre, qu'on n'a pas jusqu'ici considérée d'assez près.

DE LA TERRE VÉGÉTALE.

La terre purement brute, la terre élémentaire, n'est que le verre primitif d'abord réduit en poudre, et ensuite atténué, ramolli, et converti en argile par l'impression des éléments humides. Une autre terre un peu moins brute est la matière calcaire produite originairement par les dépouilles des coquillages, et de même réduite en poudre par les frottements et par le mouvement des eaux. Enfin une troisième terre plus organique que brute est la terre végétale composée des détriments des végétaux et des animaux terrestres.

Et ces trois terres simples, qui, par la décomposition des matières vitreuses, calcaires, et végétales, avoient d'abord pris la forme d'argile, de craie, et de limon, se sont ensuite mêlées les unes avec les autres, et ont subi tous les degrés d'atténuation, de figuration, et de transformation, qui étoient nécessaires pour pouvoir entrer dans la composition des minéraux et dans la structure organique des végétaux et des animaux.

Les chimistes et les minéralogistes ont tous beaucoup parlé des deux premières terres; ils ont travaillé, décrit, analysé les argiles et les matières calcaires; ils en ont fait la base de la plupart des corps mixtes : mais j'avoue que je suis étonné qu'aucun d'eux n'ait traité de la terre végétale ou limoneuse, qui méritoit leur attention, du moins autant que les deux autres terres. On a pris le limon pour de l'argile; cette erreur capitale a donné lieu à de faux jugements, et a produit une infinité de méprises particulières. Je vais donc tâcher de démontrer l'origine et de suivre la formation de la terre limoneuse, comme je l'ai fait pour l'argile; on verra que ces deux terres sont d'une différente nature, qu'elles n'ont même que très peu de qualités communes, et qu'enfin ni l'argile ni la terre calcaire ne peuvent influer autant que la terre végétale sur la production de la plupart des minéraux de seconde formation.

Mais avant d'exposer en détail les degrés ou progrès successifs par lesquels les détriments des végétaux et des animaux se convertissent en terre limoneuse, avant de présenter les productions minérales qui en tirent immédiatement leur origine, il ne sera pas inutile de rappeler ici les notions qu'on doit avoir de la terre considérée comme l'un des quatre éléments. Dans ce sens, on peut dire que l'élément de la terre entre comme partie essentielle dans la composition de tous les corps; non seulement elle se trouve toujours dans tous en plus ou en moins grande quantité, mais, par son union avec les trois autres éléments, elle prend toutes les formes possibles, elle se liquéfie, se fixe, se pétrifie, se métallise, se resserre, s'é-

tend, se sublime, se volatilise, et s'organise suivant les différents mélanges et les degrés d'activité, de résistance, et d'affinité de ces mêmes principes élémentaires.

De même, si l'on ne considère la terre en général que par ses caractères les plus aisés à saisir, elle nous paroîtra, comme on la définit en chimie, une matière sèche, opaque, insipide, friable, qui ne s'enflamme point, que l'eau pénètre, étend et rend ductile, qui s'y délaie et ne se dissout pas comme le sel. Mais ces caractères généraux sont, ainsi que toutes les définitions, plus abstraits que réels; étant trop absolus, ils ne sont ni relatifs ni par conséquent applicables à la chose réelle : aussi ne peuvent-ils appartenir qu'à une terre qu'on supposeroit être parfaitement pure, ou tout au plus mêlée d'une très petite quantité d'autres substances non comprises dans la définition. Or cette terre idéale n'existe nulle part; et tout ce que nous pouvons faire pour nous rapprocher de la réalité, c'est de distinguer les terres les moins composées de celles qui sont les plus mélangées. Sous ce point de vue plus vrai, plus clair, et plus réel qu'aucun autre, nous regarderons l'argile, la craie, et le limon, comme les terres les plus simples de la nature, quoiqu'aucune des trois ne soit parfaitement simple; et nous comprendrons dans les terres composées non seulement celles qui sont mêlées de ces premières matières, mais encore celles qui sont mélangées de substances hétérogènes, telles que les sables, les sels, les bitumes, etc.; et toute terre qui ne contient qu'une très petite quantité de ces substances étrangères conserve à peu près toutes ses qualités spécifiques et ses

propriétés naturelles : mais si le mélange hétérogène domine, elle perd ces mêmes propriétés; elle en acquiert de nouvelles toujours analogues à la nature du mélange, et devient alors terre combustible ou réfractaire, terre minérale ou métallique, etc., suivant les différentes combinaisons des substances qui sont entrées dans sa composition.

Ce sont en effet ces différents mélanges qui rendent les terres pesantes ou légères, poreuses ou compactes, molles ou dures, rudes ou douces au toucher : leurs couleurs viennent aussi des parties minérales ou métalliques qu'elles renferment; leur saveur douce, âcre ou astringente, provient des sels, et leur odeur agréable ou fétide est due aux particules aromatiques, huileuses, et salines, dont elles sont pénétrées.

De plus, il y a beaucoup de terres qui s'imbibent d'eau facilement; il y en a d'autres sur lesquelles l'eau ne fait que glisser : il y en a de grasses, de tenaces, de très ductiles, et d'autres dont les parties n'ont point d'adhésion, et semblent approcher de la nature du sable ou de la cendre. Elles ont chacune différentes propriétés, et servent à différents usages : les terres argileuses les plus ductiles, lorsqu'elles sont fort chargées d'acide, servent au dégraissage des laines; les terres bitumineuses et végétales, telles que les tourbes et les charbons de terre, sont d'une utilité presque aussi grande que le bois; les terres calcaires et ferrugineuses s'emploient dans plusieurs arts, et notamment dans la peinture; plusieurs autres terres servent à polir les métaux, etc. Leurs usages sont aussi multipliés que leurs propriétés sont variées; et de même, dans les différentes espèces de nos terres cul-

tivées, nous trouverons que telle terre est plus propre qu'une autre à la production de telles ou telles plantes; qu'une terre stérile par elle-même peut fertiliser d'autres terres par son mélange; que celles qui sont les moins propres à la végétation sont ordinairement les plus utiles pour les arts, etc.

Il y a, comme l'on voit, une grande diversité dans les terres composées, et il se trouve aussi quelques différences dans les trois terres que nous regardons comme simples, l'argile, la craie, et la terre végétale. Cette dernière terre se présente même dans deux états très différents : le premier, sous la forme de terreau, qui est le détriment immédiat des animaux et des végétaux; et le second, sous la forme de limon, qui est le dernier résidu de leur entière décomposition. Ce limon, comme l'argile et la craie, n'est jamais parfaitement pur; et ces trois terres, quoique les plus simples de toutes, sont presque toujours mêlées de particules hétérogènes, et du dépôt des poussières de toute nature répandues dans l'air et dans l'eau.

Sur la grande couche d'argile qui enveloppe le globe, et sur les bancs calcaires auxquels cette même argile sert de base, s'étend la couche universelle de la terre végétale qui recouvre la surface entière des continents terrestres; et cette même terre n'est peut-être pas en moindre quantité sur le fond de la mer, où les eaux des fleuves la transportent et la déposent de tous les temps et continuellement, sans compter celle qui doit également se former des détriments de tous les animaux et végétaux marins. Mais, pour ne parler ici que de ce qui est sous nos yeux, nous verrons que

cette couche de terre productrice et féconde est toujours plus épaisse dans les lieux abandonnés à la seule nature que dans les pays habités, parce que cette terre étant le produit des détriments des végétaux et des animaux, sa quantité ne peut qu'augmenter partout où l'homme et le feu, son ministre de destruction, n'anéantissent pas les êtres vivants et végétants. Dans ces terres indépendantes de nous, et où la nature seule règne, rien n'est détruit ni consommé d'avance; chaque individu vit son âge : les bois, au lieu d'être abattus au bout de quelques années, s'élèvent en futaies et ne tombent de vétusté que dans la suite des siècles, pendant lesquels leurs feuilles, leurs menus branchages, et tous leurs déchets annuels et superflus, forment à leur pied des couches de terreau, qui bientôt se convertit en terre végétale, dont la quantité devient ensuite bien plus considérable par la chute de ces mêmes arbres trop âgés. Ainsi d'année en année, et bien plus encore de siècle en siècle, ces dépôts de terre végétale se sont augmentés partout où rien ne s'oppose à leur accumulation.

Cette couche de terre végétale est plus mince sur les montagnes que dans les vallons et les plaines, parce que les eaux pluviales dépouillent les sommets et les pentes de ces éminences, et entraînent le limon qu'elles ont délayé; les ruisseaux, les rivières, le charrient et le déposent dans leur lit, ou le transportent jusqu'à la mer; et, malgré cette déperdition continuelle des résidus de la nature vivante, sa force productrice est si grande, que la quantité de ce limon végétal augmenteroit partout si nous n'affamions pas la terre par nos jouissances anticipées et presque tou-

jours immodérées. Comparez à cet égard les pays très anciennement habités avec les contrées nouvellement découvertes : tout est forêts, terreau, limon, dans celles-ci; tout est sable aride ou pierre nue dans les autres.

Cette couche de terre la plus extérieure du globe est non seulement composée des détriments des végétaux et des animaux, mais encore des poussières de l'air et du sédiment de l'eau des pluies et des rosées; dès lors elle se trouve mêlée des particules calcaires ou vitreuses dont ces deux *éléments* sont toujours plus ou moins chargés : elle se trouve aussi plus grossièrement mélangée de sables vitreux ou de graviers calcaires dans les contrées cultivées par la main de l'homme; car le soc de la charrue mêle avec cette terre les fragments qu'il détache de la couche inférieure; et loin de prolonger la durée de sa fécondité, souvent la culture amène la stérilité. On le voit dans ces champs en montagnes où la terre est si mêlée, si couverte de fragments et de débris de pierre, que le laboureur est obligé de les abandonner; on le voit aussi dans ces terres légères qui portent sur le sable ou la craie, et dont, après quelques années, la fécondité cesse par la trop grande quantité de ces matières stériles que le labour y mêle : on ne peut leur rendre ni leur conserver de la fertilité qu'en y portant des fumiers et d'autres amendements de matières analogues à leur première nature. Ainsi cette couche de terre végétale n'est presque nulle part un limon vierge, ni même une terre simple et pure; elle seroit telle si elle ne contenoit que les détriments des corps organisés : mais comme elle recueille en même temps tous

les débris de la matière brute, on doit la regarder comme un composé mi-partie de brut et d'organique, qui participe de l'inertie de l'un, et de l'activité de l'autre, et qui, par cette dernière propriété et par le nombre infini de ses combinaisons, sert non seulement à l'entretien des animaux et des végétaux, mais produit aussi la plus grande partie des minéraux, et particulièrement les minéraux figurés, comme nous le démontrerons dans la suite par différents exemples.

Mais auparavant il est bon de suivre de près la marche de la nature dans la production et la formation successive de cette terre végétale. D'abord composée des seuls détriments des animaux et des végétaux, elle n'est encore, après un grand nombre d'années, qu'une poussière noirâtre, sèche, très légère, sans ductilité, sans cohésion, qui brûle et s'enflamme à peu près comme la tourbe. On peut distinguer encore dans ce terreau les fibres ligneuses et les parties solides des végétaux; mais, avec le temps, et par l'action et l'intermède de l'air et de l'eau, ces particules arides de terreau acquièrent de la ductilité et se convertissent en terre limoneuse : je me suis assuré de cette réduction ou transformation par mes propres observations.

Je fis sonder en 1734, par plusieurs coups de tarière, un terrain d'environ soixante-dix arpents d'étendue, dont je voulois connoître l'épaisseur de bonne terre, et où j'ai fait une plantation de bois qui a bien réussi : j'avois divisé ce terrain par arpents; et l'ayant fait sonder aux quatre angles de chacun de ces arpents, j'ai retenu la note des différentes épaisseurs de terre, dont la moindre étoit de deux pieds, et la plus forte

de trois pieds et demi : j'étois jeune alors, et mon projet étoit de reconnoître, au bout de trente ans, la différence que produiroit sur mon bois semé l'épaisseur plus ou moins grande de cette terre, qui partout étoit franche et de bonne qualité. J'observai, par le moyen de ces sondes, que, dans toute l'étendue de ce terrain, la composition des lits de terre étoit à très peu près la même, et j'y reconnus clairement le changement successif du terreau en terre limoneuse. Ce terrain est situé dans une plaine au dessus de nos plus hautes collines de Bourgogne : il étoit, pour la plus grande partie, en friche de temps immémorial; et comme il n'est dominé par aucune éminence, la terre est sans mélange apparent de craie ni d'argile : elle porte partout sur une couche horizontale de pierre calcaire dure.

Sous le gazon, ou plutôt sous la vieille mousse qui couvroit la surface de ce terrain, il y avoit partout un petit lit de terre noire et friable, formée du produit des feuilles et des herbes pourries des années précédentes; la terre du lit suivant n'étoit que brune et sans adhésion : mais les lits au dessous de ces deux premiers prenoient par degrés de la consistance et une couleur jaunâtre, et cela d'autant plus qu'ils s'éloignoient davantage de la superficie du terrain. Le lit le plus bas, qui étoit à trois pieds ou trois pieds et demi de profondeur, étoit d'un orangé rougeâtre, et la terre en étoit très grasse, très ductile, et s'attachoit à la langue comme un véritable bol [1].

1. M. Nadault, ayant fait quelques expériences sur cette terre limoneuse la plus grasse, m'a communiqué la note suivante. « Cette terre étant très ductile et pétrissable, j'en ai, dit-il, formé sans peine de pe-

Je remarquai dans cette terre jaune plusieurs grains de mine de fer; ils étoient noirs et durs dans le lit inférieur, et n'étoient que bruns et encore friables dans les lits supérieurs de cette même terre. Il est donc évident que les détriments des animaux et des végétaux, qui d'abord se réduisent en terreau, forment, avec le temps et le secours de l'air et de l'eau, la terre jaune ou rougeâtre qui est la vraie terre limoneuse dont il est ici question; et de même on ne peut douter que le fer contenu dans les végétaux ne se retrouve dans cette terre, et ne s'y réunisse en grains; et comme cette terre végétale contient une grande quantité de substance organique, puisqu'elle n'est

tits gâteaux qui se sont promptement imbibés d'eau et renflés, et qui, en se desséchant, se sont raccourcis selon leurs dimensions. L'eau-forte avec cette terre n'a produit ni ébullition ni effervescence; elle est tombée au fond de la liqueur sans s'y dissoudre, comme l'argile la plus pure. J'en ai mis dans un creuset à un feu de charbon assez modéré avec de l'argile : celle-ci s'y est durcie à l'ordinaire jusqu'à un certain point; mais l'autre, au contraire, quoiqu'avec toutes les qualités apparentes de l'argile, s'est extrêmement raréfiée, et a perdu beaucoup de son poids; elle a acquis, à la vérité, un peu de consistance et de solidité à sa superficie, mais cependant si peu de dureté qu'elle s'est réduite en poussière entre mes doigts. J'ai fait ensuite éprouver à cette terre le degré de chaleur nécessaire pour la parfaite cuisson de la brique : les gâteaux se sont alors déformés; ils ont beaucoup diminué de volume, se sont durcis au point de résister au burin; et leur superficie devenue noire, au lieu d'avoir rougi comme l'argile, s'est émaillée, de sorte que cette terre, en cet état, approchoit déjà de la vitrification. Ces mêmes gâteaux, remis une seconde fois au fourneau et au même degré de chaleur, se sont convertis en un véritable verre d'une couleur obscure, tandis qu'une semblable cuisson a seulement changé en bleu foncé la couleur rouge de l'argile, en lui procurant un peu plus de dureté; et j'ai en effet éprouvé qu'il n'y avoit qu'un feu de forge qui pût vitrifier celle-ci. » (*Note remise par M. Nadault à M. de Buffon, en* 1774.)

produite que par la décomposition des êtres organisés, on ne doit pas être étonné qu'elle ait quelques propriétés communes avec les végétaux : comme eux elle contient des parties volatiles et combustibles; elle brûle en partie ou se consume au feu; elle y diminue de volume, et y perd considérablement de son poids; enfin elle se fond et se vitrifie au même degré de feu auquel l'argile ne fait que se durcir [1]. Cette terre limoneuse a encore la propriété de s'imbiber d'eau plus facilement que l'argile, et d'en absorber une plus grande quantité; et comme elle s'attache fortement à la langue, il paroît que la plupart des bols ne sont que cette même terre aussi pure et aussi atténuée qu'elle peut l'être; car on trouve ces bols en pelotes ou en petits lits dans les fentes et cavités, où l'eau, qui a pénétré la couche de terre limoneuse, s'est en même temps chargée des molécules les plus fines de cette même terre, et les a déposées sous cette forme de bol.

On a vu, à l'article de l'argile, le détail de la fouille que je fis faire en 1748, pour reconnoître les différentes couches d'un terrain argileux jusqu'à cinquante pieds de profondeur : la première couche de ce terrain étoit d'une terre limoneuse d'environ trois pieds d'épaisseur. En suivant les travaux de cette fouille, et en observant avec soin les différentes matières qui en ont été tirées, j'ai reconnu, à n'en pouvoir douter,

1. « La terre limoneuse que l'on nomme communément *herbue*, parce qu'elle gît sous l'herbe ou le gazon, étant appliquée sur le fer que l'on chauffe au degré de feu pour le souder, se gonfle et se réduit en un mâchefer noir vitreux et sonore. » (*Remarque de M. de Grignon.*)

que cette terre limoneuse étoit entraînée par l'infiltration des eaux à de grandes profondeurs dans les joints et les délits des couches inférieures, qui toutes étoient d'argile; j'en ai suivi la trace jusqu'à trente-deux pieds : la première couche argileuse la plus voisine de la terre limoneuse étoit mi-partie d'argile et de limon, marbrée des couleurs de l'un et de l'autre, c'est-à-dire de jaune et de gris d'ardoise; les couches suivantes d'argile étoient moins mélangées; et dans les plus basses, qui étoient aussi les plus compactes et les plus dures, la terre jaune, c'est-à-dire le limon, ne pénétroit que dans les petites fentes perpendiculaires, et quelquefois aussi dans les délits horizontaux des couches de l'argile. Cette terre limoneuse incrustoit la superficie des glèbes argileuses; et lorsqu'elle avoit pu s'introduire dans l'intérieur de la couche, il s'y trouvoit ordinairement des concrétions pyriteuses, aplaties et de figure orbiculaire. qui se joignoient par une espèce de cordon cylindrique de même substance pyriteuse, et ce cordon pyriteux aboutissoit toujours à un point ou à une fente remplie de terre limoneuse. Je fus dès lors persuadé que cette terre contribuoit plus que toute autre à la formation des pyrites martiales, lesquelles, par succession de temps, s'accumulent, et forment souvent des lits qu'on peut regarder comme les mines du vitriol ferrugineux.

Mais lorsque les couches de terre végétale se trouvent posées sur des bancs de pierres solides et dures, les stillations des eaux pluviales chargées des molécules de cette terre, étant alors retenues et ne pouvant descendre en ligne droite, serpentent entre les joints et les délits de la pierre, et y déposent cette

matière limoneuse ; et comme l'eau s'insinue avec le temps dans les matières pierreuses, les parties les plus fines du limon pénètrent avec elle dans tous les pores de la pierre, et la colorent souvent de jaune ou de roux ; d'autres fois l'eau chargée de limon ne produit, dans la pierre, que des veines ou des taches.

D'après ces observations, je demeurai persuadé que cette terre limoneuse, produite par l'entière décomposition des animaux et des végétaux, est la première matrice des mines de fer en grains, et qu'elle fournit aussi la plus grande partie des éléments nécessaires à la formation des pyrites. Les derniers résidus du détriment ultérieur des êtres organisés prennent donc la forme de bol, de fer en grains, et de pyrite ; mais lorsqu'au contraire les substances végétales n'ont subi qu'une légère décomposition, et qu'au lieu de se convertir en terreau et ensuite en limon à la surface de la terre, elles se sont accumulées sous les eaux, elles ont alors conservé très long-temps leur essence, et, s'étant ensuite bituminisées par le mélange de leurs huiles avec l'acide, elles ont formé les tourbes et les charbons de terre.

Il y a en effet une très grande différence dans la manière dont s'opère la décomposition des végétaux à l'air ou dans l'eau : tous ceux qui périssent et sont gisants à la surface de la terre, étant alternativement humectés et desséchés, fermentent, et perdent par une prompte effervescence la plus grande partie de leurs principes inflammables ; la pourriture succède à cette effervescence ; et, suivant les degrés de la putréfaction, le végétal se désorganise, se dénature, et cesse d'être combustible dès qu'il est entièrement

pourri : aussi le terreau et le limon, quoique provenant des végétaux, ne peuvent pas être mis au nombre des matières vraiment combustibles; ils se consument ou se fondent au feu plutôt qu'ils ne brûlent; la plus grande partie de leurs principes inflammables s'étant dissipée par la fermentation, il ne leur reste que la terre, le fer, et les autres parties fixes qui étoient entrées dans la composition du végétal.

Mais lorsque les végétaux, au lieu de pourrir sur la terre, tombent au fond des eaux, ou y sont entraînés, comme cela arrive dans les marais et sur le fond des mers, où les fleuves amènent et déposent des arbres par milliers, alors toute cette substance végétale conserve, pour ainsi dire, à jamais sa première essence; au lieu de perdre ses principes combustibles par une prompte et forte effervescence, elle ne subit qu'une fermentation lente et dont l'effet se borne à la conversion de son huile en bitume : elle prend donc sous l'eau la forme de tourbe ou de charbon de terre, tandis qu'à l'air elle n'auroit formé que du terreau et du limon.

La quantité de fer contenue dans la terre limoneuse est quelquefois si considérable, qu'on pourroit lui donner le nom de *terre ferrugineuse*, et même la regarder comme une mine métallique; mais, quoique cette terre limoneuse produise ou plutôt régénère par sécrétion le fer en grains, et que l'origine primordiale de toutes les mines de cette espèce appartienne à cette terre limoneuse, néanmoins les minières de fer en grains dont nous tirons le fer aujourd'hui ont presque toutes été transportées et amenées par alluvion, après avoir été lavées par les eaux de la mer,

c'est-à-dire séparées de la terre limoneuse où elles s'étoient anciennement formées.

La matière ferrugineuse, soit en grains, soit en rouille, se trouve presque à la superficie de la terre en lits ou couches peu épaisses; il semble donc que ces mines de fer devroient être épuisées, dans toutes les contrées habitées, par l'extraction continuelle qu'on en fait depuis tant de siècles[1]. Et en effet le

1. « On peut se faire une idée de la quantité de mines de fer qu'on tire de la terre dans le seul royaume de France, par le calcul suivant :

Les mines	de Dauphiné rendent. . .	40 liv.	de fonte pour 100 livres de mine.
	de Bretagne.	43	
	de Bourgogne.	30	
	de Champagne.	33	
	de Normandie.	30	
	de Franche-Comté.	36	
	de Berri.	34	

» Ce produit est le terme moyen dans chacune de ces provinces : la variété générale est de 16 à 50 pour cent.

» L'on peut regarder pour terme moyen du produit des mines de France 33 pour cent, qui est aussi le plus général.

» Le poids commun des mines lavées et préparées pour être fondues est de 115 livres le pied cube.

» Il faut, sur ce pied, 22 pieds $^1/_2$ cubes de mine pour produire un mille de fonte qui rend communément 667 livres de fer forgé.

» Il y a en France environ cinq cents fourneaux de fonderie qui produisent annuellement 300 millions de fonte dont $^1/_6$ passe dans le commerce en fonte moulée ; les $^5/_6$ restants sont convertis en fer et en produisent 168 millions, qui est le produit annuel, à peu de chose près, de la fabrication des forges françoises.

» 300 millions de fonte, à raison de 22 pieds $^1/_2$ cubes de minerai par mille, donnent 7 millions 950 mille pieds cubes de minerai, équivalant à 36805 toises et 120 pieds cubes.

» Or comme le minerai de fer, surtout celui qui se retire des minières formées par alluvion, telles que sont celles de la majeure partie de nos provinces, est mélangé de terre, de sable, de pierres, et de co-

fer pourra bien devenir moins commun dans la suite des temps; car la quantité qui s'en reproduit dans la terre végétale ne peut pas, à beaucoup près, compenser la consommation qui s'en fait chaque jour.

On observe, dans ces mines de fer, que les grains sont tous ronds ou un peu oblongs, que leur grosseur est la même dans chaque mine, et que cependant cette grosseur varie beaucoup d'une minière à une autre : cette différence dépend de l'épaisseur de la couche de terre végétale où ces grains de fer se sont anciennement formés; car on voit que plus l'épaisseur de la terre est grande, plus les grains de mine de fer qui s'y forment sont gros, quoique toujours assez petits.

Nous remarquerons aussi que ces terres dans lesquelles se forment les grains de la mine de fer paroissent être de la même nature que les autres terres limoneuses où cette formation n'a pas lieu : les unes et les autres sont d'abord, dans les premières couches, noirâtres, arides, et sans cohésion; mais leur couleur noire se change en brun dans les couches inférieures, et ensuite en un jaune foncé : la substance de cette

quilles fossiles, qui sont des matières étrangères que l'on en sépare par le lavage; que ces matières excèdent deux, trois, et souvent quatre fois le volume du minerai qui en est séparé par le lavage, le crible, et l'égrapoir, on peut donc tripler la masse générale du minerai extrait annuellement en France des minières, et la porter à 110416 toises cubes, qui est le total de l'extraction annuelle des mines, non compris les déblais qui les recouvrent. » (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

En prenant un pied d'épaisseur pour mesure moyenne des mines en grains que l'on exploite en France, on a remué pour cela 662496 toises d'étendue sur un pied d'épaisseur; ce qui fait 736 arpents de 900 toises chacun, et 96 toises de plus de terrain qu'on épuise de minerai chaque année, et pendant un siècle 73610 arpents.

terre devient ductile; elle s'imbibe facilement d'eau, et s'attache à la langue. Toutes les propriétés de ces terres limoneuses et ferrugineuses sont les mêmes, et la mine de fer en grains, après avoir été broyée et détrempée dans l'eau, semble reprendre les caractères de ces mêmes terres au point de ne pouvoir distinguer la poudre du minerai, de celle de la terre limoneuse. Le fer décomposé et réduit en rouille paroît reprendre aussi la forme et les qualités de sa terre matrice. Ainsi la terre ferrugineuse et la terre limoneuse ne diffèrent que par la plus ou moins grande quantité de fer qu'elles contiennent, et la mine de fer en grains n'est qu'une sécrétion qui se fait dans cette même terre d'autant plus abondamment qu'elle contient une plus grande quantité de fer décomposé. On sait que chaque pierre et chaque terre ont leurs stalactites particulières et différentes entre elles, et que ces stalactites conservent toujours les caractères propres des matières qui les ont produites : la mine de fer en grains est, dans ce sens, une vraie stalactite de la terre limoneuse; ce n'est d'abord qu'une concrétion terreuse, qui peu à peu prend de la dureté par la seule force de l'affinité de ses parties constituantes, et qui n'a encore aucune des propriétés essentielles du fer.

Mais comment cette matière minérale peut-elle se séparer de la masse de terre limoneuse, pour se former si régulièrement en grains aussi petits, en aussi grande quantité, et d'une manière si achevée qu'il n'y en a pas un seul qui ne présente à sa surface le brillant métallique? Je crois pouvoir satisfaire à cette question par les simples faits que m'a fournis l'obser-

vation. L'eau pluviale s'infiltre dans la terre végétale, et crible d'abord avec facilité à travers les premières couches, qui ne sont encore que de la poussière aride des parties de végétaux à demi décomposés; trouvant ensuite des couches plus denses, l'eau les pénètre aussi, mais avec plus de lenteur; et lorsqu'elle est parvenue au banc de pierre qui sert de base à ces couches terreuses, elle devient nécessairement stagnante, et ne peut plus s'écouler qu'avec beaucoup de temps; elle produit alors, par son séjour dans ces terres grasses, une sorte d'effervescence; l'air qui y étoit contenu s'en dégage, et forme, dans toute l'étendue de la couche, une infinité de bulles qui soulèvent et pressent la terre en tous sens, et y produisent un égal nombre de petites cavités dans lesquelles la mine de fer vient se mouler. Ceci n'est point une supposition précaire, mais un fait qu'on peut démontrer par une expérience très aisée à répéter : en mettant dans un vase transparent une quantité de terre limoneuse bien détrempée avec de l'eau, et la laissant exposée à l'air dans un temps chaud, on verra, quelques jours après, cette terre en effervescence se boursoufler et produire des bulles d'air, tant à sa partie supérieure que contre les parois du verre qui la contient; on verra le nombre de ces bulles s'augmenter de jour en jour, au point que la masse entière de la terre paroît en être criblée. Et c'est là précisément ce qui doit arriver dans les couches des terres limoneuses; car elles sont alternativement humectées par les eaux pluviales et desséchées selon les saisons. L'eau chargée des molécules ferrugineuses s'insinue par stillation dans toutes ces petites cavités; et, en

s'écoulant, elle y dépose la matière ferrugineuse dont elle s'étoit chargée en parcourant les couches supérieures, et elle en remplit ainsi toutes les petites cavités, dont les parois lisses et polies donnent à chaque grain le brillant ou le luisant que présente leur surface.

Si l'on divise ces grains de mine de fer en deux portions de sphère, on reconnoîtra qu'ils sont tous composés de plusieurs petites couches concentriques, et que, dans les plus gros, il y a souvent une cavité sensible, ordinairement remplie de la même substance ferrugineuse, mais qui n'a pas encore acquis sa solidité, et qui s'écrase aisément comme les grains de mine eux-mêmes, qui commencent à se former dans les premières couches de la terre limoneuse : ainsi, dans chaque grain, la couche la plus extérieure, qui a le brillant métallique, est la plus solide de toutes et la plus *métallisée*, parce qu'ayant été formée la première elle a reçu par infiltration et retenu les molécules ferrugineuses les plus pures, et a laissé passer celles qui l'étoient moins pour former la seconde couche du grain ; et il en est de même de la troisième et de la quatrième couche, jusqu'au centre, qui ne contient que la matière la plus terreuse et la moins métallique. Les œtides ou géodes ferrugineuses ne sont que de très gros grains de mine de fer, dans lesquels on peut voir et suivre plus aisément ce procédé de la nature.

Au reste, cette formation de la mine de fer en grains, qui se fait par sécrétion dans la terre limoneuse, ne doit pas nous induire à penser qu'on puisse attribuer à cette cause la première origine de ce fer,

car il existoit dans le végétal et l'animal avant leur décomposition ; l'eau ne fait que rassembler les molécules du métal et les réunir sous la forme de grains : on sait que les cendres contiennent une grande quantité de particules de fer ; c'est ce même fer contenu dans les végétaux que nous retrouvons en forme de grains dans les couches de la terre limoneuse. Le mâchefer, qui, comme je l'ai prouvé, n'est que le résidu des végétaux brûlés, se convertit presque entièrement en rouille ferrugineuse : ainsi les végétaux, soit qu'ils soient consumés par le feu ou consommés par la pourriture, rendent également à la terre une quantité de fer peut-être beaucoup plus grande que celle qu'ils en ont tirée par leurs racines, puisqu'ils reçoivent autant et plus de nourriture de l'air et de l'eau que de la terre.

Les observations rapportées ci-dessus démontrent en effet que les grains de la mine de fer se forment dans la terre végétale par la réunion de toutes les particules ferrugineuses que l'on sait être contenues dans les détriments des végétaux et des animaux dont cette terre est composée : mais il faut encore y ajouter tous les débris et toutes les poudres des fers usés par les frottements, dont la quantité est immense ; elles se trouvent disséminées dans cette terre végétale et s'y réunissent de même en grains ; et comme rien n'est perdu dans la nature, ce fer, qui se régénère pour ainsi dire sous nos yeux, sembleroit devoir augmenter la quantité de celui que nous consommons : mais ces grains de fer qui sont nouvellement formés dans nos terres végétales y sont rarement en assez grande quantité pour qu'on puisse les recueillir avec

profit ; il faudroit pour cela que la nature, par une seconde opération, eût séparé ces grains de fer du reste de la terre où ils ont été produits, comme elle l'a fait pour l'établissement de nos mines de fer en grains, qui presque toutes ont jadis été amenées et déposées par alluvion sur les terrains où nous les trouvons aujourd'hui.

Le fer en lui-même et dans sa première origine est une matière qui, comme les autres substances primitives, a été produite par le feu, et se trouve en grandes masses et en roches dans plusieurs parties du globe, et particulièrement dans les pays du nord [1]. C'est du détriment et des exfoliations de ces premières masses ferrugineuses que proviennent originairement toutes les particules de fer répandues à la surface de la terre, et qui sont entrées dans la composition des végétaux et des animaux. C'est de même par les exsudations de ces grandes roches de fer que se sont formées, par l'intermède de l'eau, toutes les mines spathiques de ce métal, qui ne sont que des stalactites de ces masses primordiales. Tous les débris des roches primitives ont été, dès les premiers temps, transportés et déposés, avec ceux des matières vitreuses, dans toute l'étendue de la surface et des couches extérieures du globe.

Les premières terres limoneuses ayant été délayées et entraînées par les eaux, ce grand lavage aura fait la séparation de tous les grains de fer contenus dans

1. On connoît les grandes roches de fer qui se trouvent en Suède, en Russie, et en Sibérie; et quelques voyageurs m'ont assuré que la plus grande partie du haut terrain de la Laponie n'est pour ainsi dire qu'une masse ferrugineuse.

cette terre; le mouvement de la mer aura ensuite transporté ces grains avec les matières qui se sont trouvées d'un poids et d'un volume à peu près égal, en sorte qu'après avoir séparé les grains de fer de la terre où ils s'étoient formés, ce même mouvement des eaux les aura mêlés avec d'autres matières qui n'ont aucun rapport avec leur formation : aussi ces mines d'alluvion offrent-elles de grandes différences, non seulement dans leur mélange, mais même dans leur gisement et leur accumulation.

On appelle *mines dilatées* ou *mines en nappes* les minières de fer en grains qui sont étendues sur une grande surface plane, et qui souvent forment des couches qu'on peut suivre très loin. Ces mines sont ordinairement en très petits grains, et presque toujours mélangées les unes de sable vitreux ou d'argile, les autres de petits graviers calcaires et de débris de coquilles. On nomme *mines en nids* ou *en sacs* celles qui sont accumulées dans les fentes et dans les intervalles qui se trouvent entre les rochers où les bancs de pierre; et ces mines en nids sont communément plus pures et en grains plus gros que les mines en nappes; elles sont souvent mêlées de sables vitreux et de petits cailloux; et, quoique situées dans les fentes des rochers calcaires, elles ne contiennent ni sable calcaire ni coquilles : leurs grains étant spécifiquement plus pesants que ces matières, n'ont été transportés qu'avec des substances d'égale pesanteur, tels que les petits cailloux, les calcédoines, etc.

Toutes ces mines de fer en grains ont également été déposées par les eaux de la mer : on les trouve plus souvent et on les découvre plus aisément au des-

sus des collines que dans le fond des vallons, parce que l'épaisseur de la terre qui les couvre n'est pas aussi grande ; souvent même les grains de fer se présentent à la surface du terrain, ou se montrent par le labour à quelques pouces de profondeur.

Il résulte de nos observations que la terre végétale ou limoneuse est la première matrice de toutes les mines de fer en grains, et il me semble qu'il en est de même de la pyrite martiale ; ce minéral, quoique de formes variées et différentes, est néanmoins toujours régulièrement figuré : or je crois pouvoir avancer que c'est du détriment des substances organisées que la pyrite tire en partie son origine ; car elle se forme ou dans la couche même de la terre végétale, ou dans les dépôts de cette même terre, entre les joints des pierres calcaires et les délits des argiles, où l'eau, chargée de particules limoneuses, s'est insinuée par infiltration, et a déposé avec ces particules les éléments nécessaires à la composition de la pyrite.

Car quels sont en effet les éléments de sa composition? Du feu fixe, de l'acide, et de la terre ferrugineuse, tous trois intimement réunis par leur affinité. Or cette matière du feu fixe ne vient-elle pas du détriment des corps organisés et des substances inflammables qu'ils contiennent? le fer se trouve également dans ces mêmes détriments, puisque tous les animaux et végétaux en recèlent, même de leur vivant, une assez considérable quantité ; et comme l'acide vitriolique abonde dans l'argile, on ne doit pas être étonné de voir des pyrites partout où la terre végétale s'est insinuée dans les argiles, puisque tous les principes de leur composition se trouvent alors réunis. Il

est vrai qu'on trouve aussi des pyrites, et quelquefois en grande quantité, dans les masses d'argile, où il ne paroît pas que la terre limoneuse ait pénétré; mais ces mêmes argiles contenant un nombre immense de coquilles et de débris de végétaux et d'animaux, les pyrites s'y seront formées de même par l'union des principes renfermés dans tous ces corps organisés.

La mine de fer en grains et la pyrite sont donc des produits de la terre végétale. Plusieurs sels se forment de même dans cette terre par les acides et les alcalis qui peuvent y saisir des bases différentes, et enfin les bitumes s'y produisent aussi par le mélange de l'acide avec les huiles végétales ou les graisses animales; et comme cette couche extérieure du globe reçoit encore des déchets de tout ce qui sert à l'usage de l'homme, les particules de l'or et de l'argent, et de tous les autres métaux et matière de toute nature qui s'usent par les frottements, on doit par conséquent y trouver une petite quantité d'or ou de tout autre métal.

C'est donc de cette terre, de cette poussière que nous foulons aux pieds, que la nature sait tirer ou régénérer la plupart de ses productions en tous genres; et cela seroit-il possible si cette même terre n'étoit pas mélangée de tous les principes organiques et actifs qui doivent entrer dans la composition des êtres organisés et des corps figurés?

La terre limoneuse ayant été entraînée par les eaux courantes et déposée au fond des mers, accompagne souvent les matières végétales qui se sont converties en charbon de terre; elle indique par sa couleur les affleurements extérieurs des veines de ce charbon.

« Nous observerons, dit M. de Gensanne, que, dans tous les endroits où il se trouve des charbons de terre ou d'autres substances bitumineuses, on aperçoit des terres *fauves* plus ou moins foncées, qui, dans les Cévennes surtout, forment un indice certain du voisinage de ces charbons. Ces terres, bien examinées, ne sont autre chose que des roches calcaires, dissoutes par un acide qui leur fait contracter une qualité ferrugineuse, et conséquemment cette couleur ocreuse. Lorsque la dissolution de ces pierres est en quelque sorte parfaite, les terres rouges qui en proviennent prennent une consistance *argileuse*, et forment de véritables bols ou des ocres naturelles. » J'avoue que je ne puis être ici du sentiment de cet habile minéralogiste. Ces terres fauves, qui se trouvent toujours dans le voisinage des charbons de terre, ne sont que des couches de terre limoneuse : elles peuvent être mêlées de matière calcaire ; mais elles sont en elles-mêmes le produit de la décomposition des végétaux : le fer qu'elles contenoient se change en rouille par l'humidité ; et le bol, comme je l'ai dit, n'est que la partie la plus fine et la plus atténuée de cette terre limoneuse qui n'a de commun avec l'argile que d'être, comme elle, ductile et grasse.

De la même manière que la terre végétale, plus ou moins décomposée, a été anciennement transportée par les eaux, et a formé les veines de charbon, de même la matière ferrugineuse contenue dans la terre limoneuse a été transportée soit dans son état de mine en grains, soit dans celui de rouille. Nous venons de parler de ces mines de fer en grains, transportées par alluvion, et déposées dans les fentes des rochers cal-

caires : les rouilles de fer et les ocres ont été transportées et déposées de même par les eaux de la mer. M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du Roi, décrit une mine d'ocre qui se trouve dans le Berri, près de Vierzon, entre deux lits de sable. M. Guettard en a observé une autre à Bitri, lieu qui n'est pas éloigné de Donzy en Nivernois ; elle est à trente pieds de profondeur, et porte, comme celle de Vierzon, sur un lit de sable qui n'est point mêlé d'ocre : une autre à Saint-George sur la Prée dans le Berri, qui est à cinquante ou soixante pieds de profondeur, la veine d'ocre portant également sur le sable ; une troisième à Tanay en Brie, qui n'est qu'à dix-sept à dix-huit pieds de profondeur, et appuyée de même sur un banc de sable. « L'ocre, dit très bien M. Guettard, est douce au toucher, s'attache à la langue, devient rouge au feu, s'y durcit, y devient un mauvais verre si le feu est violent, donne beaucoup de fer avec le phlogistique, et ne se dissout pas aux acides minéraux, mais à l'eau commune. » Et il ajoute avec raison que toutes les terres qui ont ces qualités peuvent être regardées comme de véritables ocres : mais je ne puis m'empêcher de m'écarter de son sentiment, en ce qu'il pense que les ocres sont des glaises ; car je crois avoir prouvé ci-devant que ce sont des terres ferrugineuses qui ne proviennent pas des glaises ou argiles, mais de la terre végétale ou limoneuse, laquelle contient beaucoup de fer, tandis que les glaises n'en contiennent que très peu.

On trouve aussi des mines de fer en ocre ou rouille dans le fond des marécages et des autres eaux stagnantes. Le limon des eaux des pluies et des rosées

est une sorte de terre végétale qui contient du fer, dont les molécules peuvent se rassembler dans cette terre limoneuse au dessous de l'eau comme au dessous de la surface de la terre ; c'est cette espèce de mine de fer que les minéralogistes ont appelée *vena palustris :* elle a les mêmes propriétés et sert au même usage que les autres mines de fer en grains, et son origine primordiale est la même ; ce sont les roseaux, les joncs, et les autres végétaux aquatiques, dont les débris accumulés au fond des marais y forment les couches de cette terre limoneuse dans laquelle le fer se trouve sous la forme de rouille. Souvent ces mines de marais sont plus épaisses et plus abondantes que les mines terrestres, parce que les couches de terres limoneuses y sont elles-mêmes plus épaisses, par la raison que toutes les plantes qui croissent dans ces eaux y retombent en pourriture, et qu'il ne s'en fait aucune consommation, au lieu que, sur la terre, l'homme et le feu en détruisent plus que la pourriture.

Je ne puis répéter assez que cette couche de terre végétale qui couvre la surface du globe est non seulement le trésor des richesses de la nature vivante, le dépôt des molécules organiques qui servent à l'entretien des animaux et des végétaux, mais encore le magasin universel des éléments qui entrent dans la composition de la plupart des minéraux. On vient de voir que les bitumes, les charbons de terre, les bols, les ocres, les mines de fer en grains, et les pyrites, en tirent leur première origine, et nous prouverons de même que le diamant et plusieurs autres minéraux régulièrement figurés se forment dans cette même terre, matrice de tous les êtres.

Comme cette dernière assertion pourroit paroître hasardée, je dois rappeler ici ce que j'ai écrit en 1772 sur la nature du diamant, quelques années avant qu'on eût fait les expériences par lesquelles on a démontré que c'étoit une substance inflammable : je l'avois présumé par analogie de sa puissance de réfraction, qui, comme celle de toutes les huiles et autres substances inflammables, est proportionnellement beaucoup plus grande que leur densité. Cet indice, comme l'on voit, ne m'avoit pas trompé, puisque, deux ou trois ans après, on a vu des diamants s'enflammer et brûler au foyer du miroir ardent. Or je prétends que le diamant qui prend une figure régulière et se cristallise en octaèdre est un produit immédiat de la terre végétale ; et voici la raison que je puis en donner d'avance, en attendant les preuves plus particulières que je réserve pour l'article où je traiterai de cette brillante production de la terre. On sait que les diamants, ainsi que plusieurs autres pierres précieuses, ne se trouvent que dans les climats du midi, et qu'on n'a jamais trouvé de diamants dans le nord, ni même dans les terres des zones tempérées : leur formation dépend donc évidemment de l'influence du soleil sur les premières couches de la terre ; car la chaleur propre du globe est à très peu près la même à une petite profondeur dans tous les climats froids ou chauds. Ainsi ce ne peut être que par cette plus grande influence du soleil sur les terres des climats méridiodaux que le diamant s'y forme à l'exclusion de tous les autres climats ; et comme cette influence agit principalement sur la couche la plus extérieure du globe, c'est-à-dire, sur celle de la terre végétale, et

qu'elle n'a nulle action sur les couches intérieures, on ne peut attribuer qu'à cette même terre végétale la formation du diamant et des autres pierres précieuses qui ne se trouvent que dans les contrées du midi : d'ailleurs l'inspection nous a démontré que la gangue du diamant est une terre rouge semblable à la terre limoneuse. Ces considérations seules suffiroient pour prouver en général que tous les minéraux qui ne se trouvent que sous les climats les plus chauds, le diamant en particulier, ne sont formés que par les éléments contenus dans la terre végétale, et combinés avec la lumière et la chaleur que le soleil y verse en plus grande quantité que partout ailleurs.

Nous avons dit qu'il n'y a rien de combustible dans la nature que ce qui provient des êtres organisés; nous pouvons avancer de même qu'il n'y a rien de régulièrement figuré dans la matière que ce qui a été travaillé par les molécules organiques, soit avant, soit après la naissance de ces mêmes êtres organisés : c'est par la grande quantité de ces molécules organiques contenues dans la terre végétale que se fait la production de tous les végétaux et l'entretien des animaux; leur développement, leur accroissement, ne s'opèrent que par la susception de ces mêmes molécules qui pénètrent aisément toutes les substances ductiles : mais lorsque ces molécules actives ne rencontrent que des matières dures et trop résistantes, elles ne peuvent les pénétrer, et tracent seulement à leur superficie les premiers linéaments de l'organisation qui forment les traits de leur figuration.

Mais revenons à la terre végétale prise en masse,

et considérée comme la première couche qui enveloppe le globe. Il n'y a que très peu d'endroits sur la terre qui ne soient pas couverts de cette terre ; les sables brûlants de l'Afrique et de l'Arabie, les sommets nus des montagnes composées de quartz ou de granite, les régions polaires, telles que Spitzberg et Sandwich, sont les seules terres où la végétation ne peut exercer sa puissance, les seules qui soient dénuées de cette couche de terre végétale qui fait la couverture et produit la parure du globe. « Les roches pelées et stériles de la terre de Sandwich, dit M. Forster, ne paroissent pas couvertes du moindre grain de terreau, et on n'y remarque aucune trace de végétation.... Dans la baie de Possession, nous avons vu deux rochers où la nature commence son grand travail de la végétation [1] : elle a déjà formé une légère enveloppe de sol au sommet des rochers ; mais son ouvrage avance si lentement, qu'il n'y a encore que deux plantes, un *gramen* et une espèce de pimprenelle.... A la Terre-de-Feu, vers l'ouest, et à la Terre-des-États, dans les cavités et les crevasses des piles énormes de rochers qui composent ces terres, il se conserve un peu d'humidité, et le frottement continuel des morceaux de roc détachés, précipités le long des flancs de ces masses grossières, produit de petites particules d'une espèce de sable : là, dans une eau stagnante, croissent peu à peu quelques plantes du genre des algues, dont les graines y ont été portées par les oiseaux. Ces plantes créent, à

1. C'est plutôt que le travail de la nature expire sur ces extrémités polaires ensevelies déjà par les progrès du refroidissement, et qui sont à jamais perdues pour la nature vivante.

la fin de chaque saison, des atomes de terreau qui s'accroît d'une année à l'autre; les oiseaux, la mer, et le vent, apportent d'une île voisine sur ce commencement de terreau les graines de quelques unes des plantes à mousse qui y végètent durant la belle saison : quoique ces plantes ne soient pas véritablement des mousses, elles leur ressemblent beaucoup... Toutes, ou du moins la plus grande partie, croissent d'une manière analogue à ces régions, et propre à former du terreau et du sol sur les rochers stériles. A mesure que ces plantes s'élèvent, elles se répandent en tiges et en branches qui se tiennent aussi près l'une de l'autre que cela est possible; elles dispersent ainsi de nouvelles graines, et enfin elles couvrent un large canton : les fibres, les racines, les tuyaux, et les feuilles les plus inférieures, tombent peu à peu en putréfaction, produisent une espèce de tourbe ou de gazon, qui insensiblement se convertit en terreau et en sol. Le tissu serré de ces plantes empêche l'humidité qui est au dessous de s'évaporer, fournit ainsi à la nutrition de la partie supérieure, et revêt à la longue tout l'espace d'une verdure constante.... Je ne puis pas oublier, ajoute ce naturaliste voyageur, la manière particulière dont croît une espèce de gramen dans l'île du *Nouvel-An*, près de la Terre-des-États, et à la Georgie australe. Ce gramen est perpétuel, et il affronte les hivers les plus froids. Il vient toujours en touffes ou panaches, à quelque distance l'un de l'autre; chaque année les bourgeons prennent une nouvelle tête, et élargissent le panache jusqu'à ce qu'il ait quatre ou cinq pieds de haut, et qu'il soit deux ou trois fois plus large au sommet

qu'au pied. Les feuilles et les tiges de ce gramen sont fortes et souvent de trois à quatre pieds de long. Les phoques et les pingouins se réfugient sous ces touffes; et comme ils sortent souvent de la mer tout mouillés, ils rendent si sales et si boueux les sentiers entre les panaches, qu'un homme ne peut y marcher qu'en sautant de la cime d'une touffe à l'autre. Ailleurs les oiseaux appelés *nigauds* s'emparent de ces touffes et y font leurs nids. Ce gramen et les éjections des phoques, des pingouins, et des nigauds, donnent peu à peu une élévation plus considérable au sol du pays. »

On voit par ce récit que la nature se sert de tous les moyens possibles pour donner à la terre les germes de sa fécondité, et pour la couvrir de ce terreau ou terre végétale qui est la base et la matrice de toutes ses productions. Nous avons déjà exposé, à l'article des *volcans*, comment les laves et toutes les autres matières volcanisées se convertissent avec le temps en terre féconde; nous avons démontré la conversion du verre primitif en argile par l'intermède de l'eau. Cette argile, mêlée des détriments des animaux marins, n'a pas été long-temps stérile; elle a bientôt produit et nourri des plantes dont la décomposition a commencé de former des couches de terre végétale, qui n'ont pu qu'augmenter partout où ce travail successif de la nature n'a point trouvé d'obstacle ou souffert de déchet.

On a vu ci-devant que l'argile et le limon, ou, si l'on veut, la terre argileuse et la terre limoneuse, sont deux matières fort différentes, surtout si l'on compare l'argile pure au limon pur, l'une ne provenant que du

verre primitif décomposé par les éléments humides, et l'autre n'étant au contraire que le résidu ou produit ultérieur de la décomposition des corps organisés : mais, dès que les couches extérieures de l'argile ont reçu les bénignes impressions du soleil, elles ont acquis peu à peu tous les principes de la fécondité par le mélange des poussières de l'air et du sédiment des pluies ; et bientôt les argiles, couvertes ou mêlées de ces limons terreux, sont devenues presque aussi féconde que la terre limoneuse ; toutes deux sont également spongieuses, grasses, douces au toucher, et susceptibles de concourir à la végétation par leur ductilité. Ces caractères communs sont cause que ni les minéralogistes ni même les chimistes ne les ont pas assez distinguées, et que l'on trouve en plusieurs endroits de leurs écrits le nom de *terre argileuse* au lieu de celui de *terre limoneuse*. Cependant il est très essentiel de ne les pas confondre, et de convenir avec nous que les terres primitives et simples peuvent se réduire à trois, l'argile, la craie, et la terre limoneuse, qui toutes trois diffèrent par leur essence autant que par leur origine.

Et quoique la craie ou terre calcaire puisse être regardée comme une terre animale, puisqu'elle n'a été produite que par les détriments des coquilles, elle est néanmoins plus éloignée que l'argile de la nature de la terre végétale : car cette terre calcaire ne devient jamais aussi ductile ; elle se refuse long-temps à toute fécondation ; la sécheresse de ses molécules est si grande, et les principes organiques qu'elle contient sont en si petite quantité que par elle-même elle demeureroit stérile à jamais, si le mélange de la terre

végétale ou de l'argile ne lui communiquoit pas les éléments de la fécondation. Nous avons déjà eu occasion d'observer que les pays de craie et de pierre calcaire sont beaucoup moins fertiles que ceux d'argile et de cailloux vitreux; ces mêmes cailloux, loin de nuire à la fécondité, y contribuent en se décomposant; leur surface blanchit à l'air, et s'exfolie avec le temps en poussière douce, ductile; et comme cette poussière se trouve en même temps imprégnée du limon des rosées et des pluies, elle forme bientôt une excellente terre végétale, au lieu que la pierre calcaire, quoique réduite en poudre, ne devient pas ductile, mais demeure aride, et n'acquiert jamais autant d'affinité que l'argile avec la terre végétale; il lui faut donc beaucoup plus de temps qu'à l'argile pour s'atténuer au point de devenir féconde. Au reste, toute terre purement calcaire, et tout sable encore aigre et purement vitreux, sont à peu près également impropres à la végétation, parce que les sables vitreux et la craie ne sont pas encore assez décomposés, et n'ont pas acquis le degré de ductilité nécessaire pour entrer seuls dans la composition des êtres organisés.

Et comme l'air et l'eau contribuent beaucoup plus que la terre à l'accroissement des végétaux, et que des expériences bien faites nous ont démontré que dans un arbre, quelque solide qu'il soit, la quantité de terre qu'il a consommée pour son accroissement ne fait qu'une très petite portion de son poids et de son volume, il est nécessaire que la majeure et très majeure partie de sa masse entière ait été formée par les trois autres éléments, l'air, l'eau, et le feu : les

particules de la lumière et de la chaleur se sont fixées avec les parties aériennes et aqueuses pendant tout le temps du développement de toutes les parties du végétal. Le terreau et le limon sont donc produits originairement par ces trois premiers éléments combinés avec une très petite portion de terre : aussi la terre végétale contient-elle très abondamment et très évidemment tous les principes des quatre éléments réunis aux molécules organiques ; et c'est par cette raison qu'elle devient la mère de tous les êtres organisés, et la matrice de tous les corps figurés.

J'ai rapporté ailleurs des essais sur différentes terres dont j'avois fait remplir de grandes caisses, et dans lesquelles j'ai semé des graines de plusieurs arbres. Ces épreuves suffisent pour démontrer que ni les sables calcaires, ni les argiles, ni les terreaux trop nouveaux, ni les fumiers, tous pris séparément, ne sont propres à la végétation ; que les graines les plus fortes, telles que les glands, ne poussent que de très foibles racines dans toutes ces matières, où ils ne font que languir et périssent bientôt : la terre végétale elle-même, lorsqu'elle est réduite en parfait limon et en bol, est alors trop compacte pour que les racines des plantes délicates puissent y pénétrer. La meilleure terre, après la terre de jardin, est celle qu'on appelle *terre franche*, qui n'est ni trop massive, ni trop légère, ni trop grasse, ni trop maigre, qui peut admettre l'eau des pluies sans la laisser trop promptement cribler, et qui néanmoins ne la retient pas assez pour qu'elle y croupisse. Mais c'est au grand art de l'agriculture que l'histoire naturelle doit renvoyer l'examen particulier des propriétés et des qua-

lités des différentes terres soumises à la culture : l'expérience du laboureur donnera souvent des résultats que la vue du naturaliste n'aura pas aperçus.

Dans les pays habités, et surtout dans ceux où la population est nombreuse, et où presque toutes les terres sont en culture, la quantité de terre végétale diminue de siècle en siècle, non seulement parce que les engrais qu'on fournit à la terre ne peuvent équivaloir à la quantité des productions qu'on en tire, et qu'ordinairement le fermier avide ou le propriétaire passager, plus pressés de jouir que de conserver, effritent, affament leurs terres en les faisant porter au delà de leurs forces, mais encore parce que cette culture donnant d'autant plus de produit que la terre est plus travaillée, plus divisée, elle fait qu'en même temps la terre est plus aisément entraînée par les eaux; ses parties les plus fines et les plus substantielles, dissoutes ou délayées, descendent par les ruisseaux dans les rivières, et des rivières à la mer : chaque orage en été, chaque grande pluie d'hiver, charge toutes les eaux courantes d'un limon jaune dont la quantité est trop considérable pour que toutes les forces et tous les soins de l'homme puissent jamais en réparer la perte par de nouveaux amendements. Cette déperdition est si grande et se renouvelle si souvent, qu'on ne peut même s'empêcher d'être étonné que la stérilité n'arrive pas plus tôt, surtout dans les terrains qui sont en pente sur les coteaux. Les terres qui les couvroient étoient autrefois grasses, et sont déjà devenues maigres à force de culture; elles le deviendront toujours de plus en plus jusqu'à ce qu'étant abandonnées à cause de leur sté-

rilité elles puissent reprendre, sous la forme de friche, les poussières de l'air et des eaux, le limon des rosées et des pluies, et les autres secours de la nature bienfaisante, qui toujours travaille à rétablir ce que l'homme ne cesse de détruire.

DU CHARBON DE TERRE.

Nous avons vu, dans l'ordre successif des grands travaux de la nature, que les roches vitreuses ont été les premières produites par le feu primitif; qu'ensuite les grès, les argiles, et les schistes, se sont formés des débris et de la détérioration de ces mêmes roches vitreuses, par l'action des éléments humides, dès les premiers temps après la chute des eaux et leur établissement sur le globe; qu'alors les coquillages marins ont pris naissance et se sont multipliés en innombrable quantité, avant et durant la retraite de ces mêmes eaux; que cet abaissement des mers s'est fait successivement par l'affaissement des cavernes et grandes boursouflures de la terre qui s'étoient formées au moment de sa consolidation par le premier refroidissement; qu'ensuite, à mesure que les eaux laissoient en s'abaissant les parties hautes du globe à découvert, ces terrains élevés se couvroient d'arbres et d'autres végétaux, lesquels, abandonnés à la seule nature, ne croissoient et ne se multiplioient que pour

périr de vétusté et pourrir sur la terre, ou pour être entraînés, par les eaux courantes, au fond des mers; qu'enfin ces mêmes végétaux, ainsi que leurs détriments en terreau et en limon, ont formé les dépôts en amas ou en veines que nous retrouvons aujourd'hui dans le sein de la terre sous la forme de charbon; nom assez impropre, parce qu'il paroît supposer que cette matière végétale a été attaquée et cuite par le feu, tandis qu'elle n'a subi qu'un plus ou moins grand degré de décomposition par l'humidité, et qu'elle s'est conservée au moyen de son huile convertie par les acides en bitume.

Les débris et résidus de ces immenses forêts et de ce nombre infini de végétaux nés de plusieurs centaines de siècles avant l'homme, et chaque jour augmentés, multipliés sans déperdition, ont couvert la surface de la terre de couches limoneuses qui de même ont été entraînées par les eaux, et ont formé en mille et mille endroits des dépôts en masses et des couches d'une très grande étendue sur le fond de la mer ancienne; et ce sont ces mêmes couches de matière végétale que nous retrouvons aujourd'hui à d'assez grandes profondeurs dans les argiles, les schistes, les grès, et autres matières de seconde formation qui ont été également transportées et déposées par les eaux : la seconde formation de ces veines est donc bien postérieure à celle des matières primitives, puisqu'on ne les trouve qu'avec leurs détriments et dans les couches déposées par les eaux, et que jamais on n'a vu une seule veine de ce charbon dans les masses primitives de quartz ou de granite.

Comme la masse entière des couches ou veines de

charbon a été roulée, transportée, et déposée par les eaux en même temps et de la même manière que toutes les autres matières calcaires ou vitreuses réduites en poudre, la substance du charbon se trouve presque toujours mélangée de matières hétérogènes, et, selon qu'elle est pure, elle devient plus utile et plus propre à la préparation qu'elle doit subir pour pouvoir remplacer comme combustible tous les usages du bois : il y a de ces charbons qui sont si mêlés de poudre de pierre calcaire[1], qu'on ne peut en faire que de la chaux, soit qu'on les brûle en grandes ou en petites masses ; il y en a d'autres qui contiennent une si grande quantité de grès, que leur résidu, après la combustion, n'est qu'une espèce de sable vitreux ; plusieurs autres sont mélangés de matière pyriteuse ; mais tous sans exception tirent leur origine de matières végétales et animales, dont les huiles et les graisses se sont converties en bitume[2].

1. A Alais, et dans plusieurs autres endroits du Languedoc, on fait de la chaux avec le charbon même, sans autre pierre ni matières calcaires que celles qu'il contient, et aussi sans autre substance combustible que son propre bitume, qui, après s'être consumé, laisse à nu la base calcaire que le charbon contenoit en grande quantité.

2. M. de Gensanne distingue cinq espèces de charbon de terre qui sont, 1° la houille, 2° le charbon de terre cubique qu'on appelle aussi *carré*, 3° le charbon à facettes ou ardoisé, 4° le charbon jayet, 5° le bois fossile. Je dois observer que M. de Gensanne est le seul des minéralogistes qui ait présenté cette division des charbons de terre dans laquelle le bois fossile ne doit pas être compris tant qu'il n'est pas bitumineux.

La houille est une terre noire bitumineuse et combustible ; elle se trouve toujours fort près de la surface de la terre, et voisine des véritables veines de charbon..... Le charbon de terre cubique a ses parties constituantes disposées par cubes arrangés les uns contre les autres ;

Il y a donc beaucoup de charbons de terre trop impurs pour pouvoir être préparés et substitués aux mêmes usages que le charbon de bois ; celui qu'on pourroit appeler *pur* ne seroit pour ainsi dire que du bitume comme le jayet, qui me paroît faire la nuance entre les bitumes et le charbon de terre : mais dans les meilleurs charbons il se trouve toujours quelques unes des matières étrangères dont nous venons de parler, et qu'il est difficile d'en séparer ; la qualité du charbon est souvent détériorée par l'effervescence des pyrites martiales, occasionée par l'humidité de la terre : comme

de sorte qu'en les pilant, même très menu, ces mêmes parties conservent toujours une configuration cubique : il est fort luisant à la vue ; il s'en trouve qui représente les plus belles couleurs de l'iris, qui ne sont que l'effet d'une légère efflorescence de soufre..... Le charbon à facettes ou ardoisé ne diffère du charbon cubique que par la configuration de ses parties constituantes, et qu'en ce qu'il est plus sujet que le précédent à renfermer des grains de pyrites qui détériorent sa qualité : on distingue à la vue simple qu'il est composé de petites lames entassées les unes sur les autres, dont l'ensemble forme de petits corps irréguliers rangés les uns à côté des autres..... Le charbon jayet est une substance bitumineuse plus ou moins compacte, lisse, et fort luisante ; il est plus pesant que les charbons précédents. Sa dureté est fort variable : il y en a qui est si dur qu'il prend un assez beau poli, et qu'on le taille comme les pierres : on en fait dans bien des endroits des boutons d'habits, des colliers, et d'autres menus ouvrages de cette espèce : il y en a d'autre qui est si mou qu'on le pelote dans la main ; et toutes ces différences ne viennent que du plus ou du moins de substance huileuse que ce fossile renferme ; car il est bon de remarquer qu'il n'est point de charbon de terre, de quelque espèce qu'il soit, qui ne contienne une portion plus ou moins considérable d'une huile connue sous le nom de *pétrole* ou d'*asphalte*. Le jayet n'est pas, comme le dit M. de Gensanne, plus pesant que les charbons de terre : il est au contraire plus léger ; car les charbons de terre ordinaires ne surnagent point dans l'eau, au lieu que le jayet y surnage, et c'est même par cette propriété qu'on peut le distinguer du charbon.

cette efflorence ne se fait point sans mouvement et sans chaleur, c'est toujours aux dépens du charbon, parce que souvent cette chaleur le pénètre, le consume, et le dessèche; et lorsqu'on lui fait subir une demi-combustion semblable à celle du bois qu'on cuit en charbon, l'on ne fait que lui enlever et convertir en vapeur de soufre les parties pyriteuses, qui souvent y sont trop abondantes.

Mais avant de parler de la préparation et des usages infiniment utiles de ce charbon, il faut d'abord en considérer la substance dans son état de nature; il me paroît certain, comme je viens de le dire, que la matière qui en fait le fonds est entièrement végétale. J'ai cité les faits par lesquels il est prouvé qu'au dessus du toit et dans la couverture de la tête de toutes les veines de charbon il se trouve des bois fossiles et d'autres végétaux dont l'organisation est encore reconnoissable, et que souvent même on y rencontre des couches de bois à demi charbonnifié[1]; on reconnoît les vestiges des végétaux non seulement dans la substance du charbon, mais encore dans les terres et les schistes dont

1. Outre les impressions de plantes assez communes dans le toit de ces mines, on rencontre fréquemment, dans leur voisinage ou dans les fouilles qu'entraîne leur exploitation, des portions de bois, et même des arbres entiers.

M. l'abbé de Sauvages fait mention dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences,* année 1743, page 413, de fragments de bois pierreux fortement incrustés du côté de l'écorce, d'un ou deux pouces de charbon de terre, dans lequel s'étoit faite cette pétrification.

Il est très ordinaire de trouver au dessus des mines de houille du bois qui n'est point du tout décomposé; mais à mesure qu'on le trouve enfoui plus profondément, il est sensiblement plus altéré.

A Bull, près de Cologne et de Bonn, M. de Bury, fameux houilleur de Liége, en faisant fouiller dans un vallon, trouva une espèce de

ils sont environnés : il est donc évident que tous les charbons de terre tirent leur origine du détriment des végétaux.

De même on ne peut pas nier que le charbon de terre ne contienne du bitume, puisqu'il en répand l'odeur et l'épaisse fumée au moment qu'on le brûle. Or le bitume n'étant que de l'huile végétale ou de la graisse animale imprégnée d'acide, la substance entière du charbon de terre n'est donc formée que de la réunion des débris solides et de l'huile liquide des végétaux, qui se sont ensuite durcis par le mélange des acides. Cette vérité, fondée sur ces faits particuliers, se prouve encore par le principe général qu'aucune substance dans la nature n'est combustible qu'en rai-

terre houille, qui n'étoit autre chose que du bois qui avoit été couvert par une montagne de terre.

Il y a plusieurs mines dans lesquelles on ne peut méconnoître des troncs et des branches d'arbres qui ont conservé leur texture fibreuse, compacte, comme on en trouve à Querfurt, dont la couleur est d'un brun jaunâtre, M. Darcet a vu, dans la mine de Wentorcastle, un tronc de la grosseur d'un mât de petit vaisseau, qui étoit implanté dans l'argile, tout-à-fait à l'extrémité et hors de la mine : la partie supérieure étoit du vrai charbon de terre absolument semblable à celui de la mine, tandis que la partie de dessous ce même tronc étoit encore du bois, et ne sautoit pas en éclats comme celle du dessus ; mais elle se fendoit, et la hache y étoit retenue comme elle a coutume de s'arrêter dans le bois.

Outre ces troncs d'arbres épars, ces débris de bois, il est des endroits où l'on ne connoît pas de mines de charbon de terre, et où l'on rencontre, à une grande profondeur, des amas de bois fossiles, disposés par bancs séparés les uns des autres par des lits terreux, et qui présentent en tout des soupçons raisonnables d'un passage de la nature ligneuse à celle de la houille, d'une vraie transmutation de bois en charbon de terre. (*Du charbon de terre,* par M. Morand, p. 5 et 6.)

M. de Gensanne cite lui-même quelques mines de charbon de terre dont les têtes sont composées de bois fossiles.

son de la quantité de matière végétale ou animale qu'elle contient, puisqu'avant la naissance des animaux et des végétaux la terre entière a non seulement été brûlée, mais fondue et liquéfiée par le feu : en sorte que toute matière purement brute ne peut brûler une seconde fois.

Et l'on auroit tort de confondre ici le soufre avec les bitumes, par la raison qu'ils se trouvent souvent ensemble dans le charbon de terre. Le soufre ne provient que de la combustion des pyrites formées elles-mêmes de l'acide et du feu fixe contenus dans les substances organisées, au lieu que les bitumes ne sont que leurs huiles grossières imprégnées d'acide : aussi les bitumes ne contiennent point de soufre et les soufres ne contiennent point de bitume. Ces deux combinaisons, opposées dans des matières qui toutes deux proviennent du détriment des corps organisés, indiquent assez que les moyens employés par la nature pour les former sont différents l'un de l'autre, puisque ces deux produits ne se réunissent ni ne se rencontrent ensemble. En effet, le soufre est formé par l'action du feu, et le bitume par celle de l'acide sur l'huile. Le soufre se produit par la combinaison du feu fixe[1] contenu dans les substances organisées lorsqu'il est saisi par l'acide vitriolique; les bitumes, au contraire, ne sont que les huiles mêmes des végétaux décomposés par l'eau et mêlés avec les acides : aussi l'odeur du soufre

1. Si l'on objecte qu'il se produit du soufre non seulement par le feu, mais sans feu, et par ce que l'on appelle la *voie humide*, comme dans les voiries et les fosses d'aisances, je répondrai que ce passage ou changement ne se fait que par une effervescence accompagnée d'une chaleur qui fait ici le même effet que le feu.

et celle du bitume sont-elles très différentes dans la combustion ; et l'un des plus grands défauts que puisse avoir le charbon de terre, surtout pour les usages de la métallurgie, c'est d'être trop mêlé de matière pyriteuse, parce que, dans la combustion, les pyrites donnent une grande quantité de soufre : l'excellente qualité du charbon vient au contraire de la pureté de la matière végétale et de l'intimité de son union avec le bitume ; néanmoins les charbons trop bitumineux ont peu de chaleur, et donnent une flamme trop passagère ; et il paroît que la parfaite qualité du charbon vient de la parfaite union du bitume avec la base terreuse, qui ne permet que successivement les progrès et le développement du feu.

Or les matières végétales se sont accumulées en masses, en couches, en veines, en filons, ou se sont dispersées en petits volumes, suivant les différentes circonstances ; et lorsque ces grandes masses, composées de végétaux et de bitume, se sont trouvées voisines de quelques feux souterrains, elles ont produit, par une espèce de distillation naturelle, les sources de pétrole, d'asphalte, et des autres bitumes liquides que l'on voit couler quelquefois à la surface de la terre, mais plus ordinairement à de certaines profondeurs dans son intérieur, et même au fond des lacs[1] et de quelques plages de la mer[2]. Ainsi toutes les huiles

1. L'asphalte est en très grande quantité dans la mer Morte de Judée, à laquelle on a même donné le nom de *lac Asphaltique;* ce bitume s'élève à la surface de l'eau, et les voyageurs ont remarqué dans les plaines voisines de ce lac plusieurs pierres et mottes de terres bitumineuses.

2. Flaccour dit avoir vu entre le cap Vert et le cap de Bonne-Espérance un espace de mer qui avoit une teinture jaune, comme d'une huile

qu'on appelle *terrestres*, et qu'on regarde vulgairement comme des huiles minérales, sont des bitumes qui tirent leur origine des corps organisés, et qui appartiennent encore au règne végétal ou animal; leur inflammabilité, la constance et la durée de leur flamme, la quantité très petite de cendres ou plutôt de matière charbonneuse qu'ils laissent après la combustion, démontrent assez que ce ne sont que des huiles plus ou moins dénaturées par les sels de la terre, qui leur donnent en même temps la propriété de se durcir et de faire ciment dans la plupart des matières où ils se trouvent incorporés.

Mais, pour nous en tenir à la seule considération du charbon de terre dans son état de nature, nous observerons d'abord qu'on peut passer par degrés de la tourbe récente et sans mélange de bitume à des tourbes plus anciennes devenues bitumineuses, du bois charbonnifié aux véritables charbons de terre, et que par conséquent on ne peut guère douter, indépendamment des preuves rapportées ci-devant, que ces charbons ne soient de véritables végétaux que le bitume a conservés. Ce qui me fait insister sur ce point c'est qu'il y a des observateurs qui donnent à ces charbons une toute autre origine : par exemple, M. Genneté prétend que le charbon de terre est produit par un certain roc ou grès auquel il donne le nom d'*agas*[1]; et M. de Gensanne, l'un de nos plus savants

ou bitume qui surnageoit, et qui, venant à se figer par succession de temps, durcit ainsi que l'ambre jaune ou succin.

1. « La matrice dans laquelle s'arrangent les veines de houille est une sorte de grès dur comme du fer, dans l'intérieur de la terre, mais qui se réduit en poussière lorsqu'il est exposé à l'air : les houilleurs

minéralogistes, veut que la substance de ce charbon ne soit que de l'argile. La première opinion n'est fondée que sur ce que M. Genneté a vu des veines de charbon sous des bancs de grès ou d'agas, lesquelles veines paroissent s'augmenter ou se régénérer dans les endroits vides dont on a tiré le charbon quelques années auparavant : il dit positivement que le roc (*agas*) est la matrice du charbon; que dans le pays de Liége la masse de ce roc est à celle du charbon comme 25 sont à 1, en sorte qu'il y a vingt-cinq pieds cubiques de roc pour un pied cube de charbon, et qu'il est étonnant que ces vingt-cinq pieds de roc suffisent pour fournir le suc nécessaire à la formation d'un pied cube de charbon. Il assure qu'il se reproduit dans ces mêmes veines trente ou quarante ans après qu'elles ont été vidées, et que ce charbon nouvellement produit les remplit dans ce même espace de temps. « On voit, ajoute-t-il, que la houille est formée d'un suc bitumineux qui distille du roc, s'y arrange en veines d'une grande régularité, s'y durcit comme la pierre; et voilà aussi sans doute pourquoi elle se reproduit. Mais pendant mille ans qu'une veine de houille demeure entre les bancs de roc qui la soutiennent et la couvrent sans aucun vide, et sans que cette veine augmente en épaisseur non plus qu'en long et en large, et encore sans qu'elle fasse de dépôt ailleurs, autant qu'on sache, que devient donc le suc bitumineux qui, dans quarante ans, peut reproduire

nomment cette pierre *agas*. » J'ai vu de ces pierres pyriteuses, qui sont en effet très dures, dans l'intérieur de la terre, et dont on ne peut percer les bancs qu'à force de poudre, et qui se décomposent à l'air; elles se trouvent assez souvent au dessus des veines de charbon.

et produit en effet une semblable veine? Je ne sais, continue-t-il, s'il est possible de dévoiler ce mystère. »

M. Genneté est peut-être de tous nos minéralogistes celui qui a donné les meilleurs renseignements pour l'exploitation des mines de charbon, et je rends bien volontiers justice au mérite de cet habile homme, qui a joint à une excellente pratique de très bonnes remarques; mais sa théorie, que je viens d'exposer, ne me paroît tirée que d'un fait particulier, dont il ne falloit pas faire un principe général. Il est certain, et je l'ai vu moi-même, qu'il se forme dans quelques circonstances des charbons nouveaux par la stillation des eaux, de la même manière qu'il se forme de nouvelles pierres, des albâtres, et des marbres nouveaux, dans tous les endroits qui se trouvent au dessous des matières de même espèce : ainsi, dans une veine de charbon tranchée verticalement et abandonnée depuis du temps, on voit sur les parois et entre les petits lits de l'ancien charbon une concrétion ordinairement brune et quelquefois blanchâtre, qui n'est qu'une véritable stalactite ou concrétion de la même nature que le charbon dont elle tire son origine par la filtration de l'eau. Ces incrustations charbonneuses peuvent augmenter avec le temps, et peut-être remplir, dans une longue succession d'années, une fente de quelques pouces, ou, si l'on veut, de quelques pieds de largeur : mais, pour que cet effet soit produit, il est nécessaire qu'il y ait au dessus ou autour de la fente ou cavité qui se remplit une masse de charbon, laquelle fournit non seulement le bitume, mais encore les autres parties composantes de ce charbon qui se forme, c'est-à-dire la partie végétale, sans quoi

ce nouveau charbon ne ressembleroit pas à l'autre; et s'il ne découloit que du bitume, la stillation ne formeroit que du bitume pur et non pas du charbon. Or M. Genneté convient et même affirme que les veines anciennement vidées se remplissent en quarante ans de charbon tout semblable à celui qu'elles contenoient, et que cela ne se fait que par le suintement du bitume fourni par le roc voisin de cette veine; dès lors il faut qu'il convienne aussi que cette veine ne pourroit, par ce moyen, être remplie d'autre chose que de bitume, et non pas de charbon. Il faut de même qu'il fasse attention à une chose très naturelle et très possible, c'est qu'il y a certaines pierres, agas, ou autres, qui non seulement sont bitumineuses, mais encore mélangées par lits ou par filons de vraie matière de charbon, et que très probablement les veines qu'il dit s'être remplies de nouveau étoient environnées et couvertes de cette espèce de roche à demi charbonneuse; et dès lors ce mystère qu'il ne croit pas possible de dévoiler est un effet très simple et très ordinaire dans la nature. Il me semble qu'il n'est pas nécessaire d'en dire davantage pour qu'on soit bien convaincu que jamais ni le grès, ni l'agas, ni aucune autre roche, n'ont été les matrices d'aucun charbon de terre, à moins qu'ils n'en soient eux-mêmes mélangés en très grande quantité.

L'opinion de M. de Gensanne est beaucoup mieux appuyée, et ne me paroît s'éloigner de la vérité que par un point sur lequel il étoit facile de se méprendre, c'est de regarder l'argile et le limon, ou, pour mieux dire, la terre argileuse et la terre limoneuse, comme n'étant qu'une seule et même chose. Le char-

bon de terre, selon M. de Gensanne, est une terre argileuse, mêlée d'assez de bitume et de soufre pour qu'elle soit combustible. « A la vérité, dit-il, ce charbon dans son état naturel ne contient aucun soufre formé; mais il en renferme tous les principes, qui, dans le moment de la combustion, se développent, se combinent ensemble, et font un véritable soufre.»

Il me semble que ce savant auteur n'auroit pas dû faire entrer le soufre dans sa définition du charbon de terre, puisqu'il avoue que le soufre ne se forme que dans sa combustion. Il ne fait donc pas partie réelle de la composition naturelle du charbon; et en effet, l'on connoît plusieurs de ces charbons qui ne donnent point de soufre à la combustion. Ainsi l'on ne doit pas compter le soufre dans les matières dont tout charbon de terre est essentiellement composé, ni dire avec M. de Gensanne qu'on doit regarder les veines de charbon de terre comme de vraies mines de soufre. » Et ce qui prouve évidemment que, dans le charbon pur, il n'y a point de soufre formé, c'est qu'en raffinant le cuivre, le plomb, et l'argent, avec du charbon pur, on n'observe pas la moindre décomposition du métal; point de *matte*, point de *plackmall*, même après plusieurs heures de chauffe[1]. »

Mais un autre point bien plus important c'est l'assertion positive que le fonds du charbon de terre n'est que de l'argile; en sorte que, suivant ce physicien, tous les naturalistes se sont trompés lorsqu'ils ont dit que ces charbons étoient des débris de forêts et d'autres végétaux ensevelis par des bouleversements quel-

1. Note communiquée par M. Le Camus de Limare, le 5 juillet 1780.

conques. « Il est vrai, continue-t-il, que la mer Baltique charrie tous les printemps une quantité de bois qu'elle amène du Nord, et qu'elle arrange par couches sur les côtes de la Prusse, qui sont successivement recouvertes par les sables : mais ces bois ne deviendroient jamais charbon de terre, s'il n'y survenoit pas une substance bitumineuse qui se combine avec eux pour leur donner cette qualité ; sans cette combinaison ils se pourriront et deviendront terre. » Ceci m'arrête une seconde fois; car l'auteur convenant que le charbon de terre peut se former de bois et de bitume, pourquoi veut-il que tous les charbons soient composés de terre argileuse? et ne suffit-il pas de dire que, partout où les bois et autres débris de végétaux se seront bituminisés par le mélange de l'acide, ils seront devenus charbons de terre? Et pourquoi composer cette matière combustible d'une matière qui ne peut brûler? N'y a-t-il pas nombre de charbons qui brûlent en entier, et ne laissent après la combustion que des cendres même encore plus douces et plus fines que celles du bois[1]? Il est donc

1. « A Birmingham on emploie dans les cheminées une autre espèce de charbon qui est plus cher que le charbon de terre ordinaire : on l'appelle *flew-coal;* la mine est située à sept milles au nord de Birmingham, à *Wedgbory near Warsal in Staffordshire :* on le tire par gros morceaux qui ont beaucoup de consistance, et il se vend trois *pence and penny* le cent, du poids de cent douze livres, faisant à peu près un quintal, poids de marc. Ce charbon s'allume avec du papier, comme du bois de sapin ; sa flamme est blanche et claire ; son feu très ardent : il est d'ailleurs sans odeur, et il se réduit en une cendre blanche aussi légère que celle du bois. Cette espèce de charbon n'a point été décrite dans M. Morand, ni dans aucun autre ouvrage de ma connoissance. » (*Note communiquée par M. Le Camus de Limare, le 5 juillet* 1780.)

très certain que ces charbons qui brûlent en entier ne contiennent pas plus d'argile que le bois; et ceux qui se boursouflent dans la combustion et laissent une sorte de scorie semblable à du mâchefer léger n'offrent ce résidu que parce qu'ils sont en effet mêlés, non pas d'argile, mais de limon, c'est-à-dire de terre végétale, dans laquelle toutes les parties fixes du bois se sont rassemblées : or j'ai démontré en plusieurs endroits de cet ouvrage, et surtout dans les mémoires de la partie expérimentale, que l'origine du mâchefer ne doit point être attribuée au fer, puisqu'on trouve le même mâchefer dans le feu de l'orfévre, comme dans celui du forgeron, et que j'ai fait moi-même du mâchefer en grande quantité avec du charbon de bois seul et sans addition d'aucun minéral : dès lors le charbon de terre doit en produire comme le charbon de bois; et lorsqu'il en donne en plus grande quantité, c'est que, sous le même volume, il contient plus de parties fixes que le charbon de bois. J'ai encore prouvé, dans ces mêmes mémoires et dans l'article précédent, que le limon ou la terre végétale est le dernier résidu des végétaux décomposés, qui d'abord se réduisent en terreau et par succession de temps en limon; j'ai de même averti qu'il ne falloit pas confondre cette terre végétale ou limoneuse avec l'argile, dont l'origine et les qualités sont toutes différentes, même à l'égard des effets du feu, puisque l'argile s'y resserre et que le limon se boursoufle; et cela seul prouveroit qu'il n'y a jamais d'argile, du moins en quantité sensible, dans le charbon de terre, et que dans ceux qui laissent, après la combustion, une scorie boursouflée, il y a toujours

une quantité considérable de ce limon formé des parties fixes des végétaux : ainsi tout charbon de terre pur n'est réellement composé que de matières provenant plus ou moins immédiatement des végétaux.

Pour mieux entendre la génération primitive du charbon de terre et développer sa composition, il faut se rappeler tous les degrés et même tâcher de suivre les nuances de la décomposition des végétaux, soit à l'air, soit dans l'eau : les feuilles, les herbes, et les bois abandonnés et gisants sur la terre, commencent par fermenter; et, s'ils sont accumulés en masses, cette effervescence est assez forte pour les échauffer au point qu'ils brûlent ou s'enflamment d'eux-mêmes : l'effervescence développe donc toutes les parties du feu fixe que les végétaux contiennent; et ces parties ignées étant une fois enlevées, le terreau produit par la décomposition de ces végétaux n'est qu'une espèce de terre qui n'est plus combustible, parce qu'elle a perdu, et pour ainsi dire exhalé dans l'air, les principes de sa combustibilité. Dans l'eau la décomposition est infiniment plus lente, l'effervescence insensible, et ces mêmes végétaux conservent très long-temps, et peut-être à jamais, les principes combustibles qu'ils auroient en très peu de temps perdus dans l'air. Les tourbes nous représentent cette première décomposition des végétaux dans l'eau; la plupart ne contiennent pas de bitume et ne laissent pas de brûler. Il en est de même de tous ces bois fossiles noirs et luisants qui sont décomposés au point de ne pouvoir en connoître les espèces, et qui cependant ont conservé assez de leurs principes inflammables pour brûler, et qui ne donnent en brûlant

aucune odeur de bitume : mais lorsque ces bois ont été long-temps enfouis ou submergés, ils se sont bituminisés d'eux-mêmes par le mélange de leur huile avec les acides; et quand ces mêmes bois se sont trouvés sous des couches de terre mêlées de pyrites ou abreuvées de sucs vitrioliques, ils sont devenus pyriteux; et, dans cet état, ils donnent en brûlant une forte odeur de soufre.

En suivant cette décomposition des végétaux sur la terre, nous verrons que les herbes, les roseaux, et même les bois légers et tendres, tels que les peupliers, les saules, donnent, en se pourrissant, un terreau noir tout semblable à la terre que l'on trouve souvent par petits lits très minces au dessus des mines de charbon; tandis que les bois solides, tels que le chêne, le hêtre, conservent de la solidité, même en se décomposant, et forment ces couches de bois fossiles qui se trouvent aussi très souvent au dessus des mines de charbon. Enfin le terreau, par succession de temps, se change en limon ou terre végétale, qui est le dernier résidu de la décomposition de tous les êtres organisés. L'observation m'a encore démontré cette vérité : mais tout le terreau dont la décomposition se sera faite lentement, et qui ne s'étoit pas trouvé accumulé en grandes masses, n'aura par conséquent pas perdu la totalité de ses principes combustibles par une prompte fermentation; et le limon, qui n'est que le terreau même seulement plus attenué, aura aussi conservé une partie de ces mêmes principes. Le terreau, en se changeant en limon, de noir devient jaune ou roux par la dissolution du fer qu'il contient; il devient aussi onctueux

et pétrissable par le développement de son huile végétale : dès lors tout terreau et même tout limon, n'étant que les résidus des substances végétales, ont également retenu plus ou moins de leurs principes combustibles; et ce sont les couches anciennes de ces mêmes bois, terreaux, et limons, lesquelles se présentent aujourd'hui sous la forme de tourbe, de bois fossile, de houille, et de charbon; car il est encore nécessaire, pour éviter toute confusion, de distinguer ici ces deux dernières matières, quoique la plupart des écrivains aient employé leurs noms comme synonymes : mais nous n'adopterons, avec M. de Gensanne, celui de *houille*[1] que pour ces terres noires et combustibles qui se trouvent souvent

1. M. Morand, de l'Académie des Sciences, qui a fait un très grand et bon ouvrage sur le charbon de terre, a regardé, avec la plupart des minéralogistes, les noms de *houille* et de *charbon de terre* comme synonymes : il dit que dans le pays de Liége on distingue les matières combustibles des mines en houille grasse, en houille maigre, en charbons forts, et en charbons foibles.... Cette houille grasse s'emploie à Liége dans les foyers; elle se colle aisément au feu; elle rend plus de chaleur que la houille maigre..... Elle se réduit, pour la plus grande partie, en cendres grisâtres, mais plus graveleuses que celles du bois; son feu est trop ardent, et elle est trop grasse pour que les maréchaux puissent s'en servir : le feu de la houille maigre est plus foible; elle est presque généralement en usage pour les feux domestiques... Elle dure plus long-temps au feu; et lorsque son peu de bitume est consumé, elle se réduit en braise qu'on allume, sans qu'elle donne de l'odeur ni presque de fumée. Les charbons forts sont d'une couleur noire plus décidée et plus frappante que les charbons foibles; ils sont gras au toucher et comme onctueux par la grande quantité de bitume qu'ils contiennent : ces charbons forts sont excellents dans tous les cas où il faut un feu d'une grande violence, comme dans les plus grosses forges; ils pénètrent également les parties du fer, les rendent propres à recevoir toutes sortes d'impressions, réunissent même les parties qui ne seroient

au dessus et quelquefois au dessous des veines de charbon, et qui sont l'un des plus sûrs indices de la présence de ces fossiles; et ces houilles ne sont autre chose que nos terreaux[1] purs ou mêlés d'une petite quantité de bitume. La vase qui se dépose dans la mer par couches inclinées suivant la pente du terrain, et s'étend souvent à plusieurs lieues du rivage, comme à la Guiane, n'est autre chose que le terreau des arbres ou autres végétaux qui, trop accumulés sur ces terres inhabitées, sont entraînés par les eaux courantes; et les huiles végétales de cette vase, saisies par les acides de la mer, deviendront, avec le temps, de véritables houilles bitumineuses, mais toujours légères et friables, comme le terreau dont elles tirent leur origine, tandis que les végétaux eux-mêmes moins décomposés, étant de même entraînés et déposés par les eaux, ont formé les véritables veines de charbon de terre, dont les caractères distinctifs et différents de ceux de la houille se reconnoissent à la

pas assez liées : mais, par sa trop grande ardeur, ce charbon fort ne convient pas plus aux maréchaux que la houille grasse.

Le charbon foible est toujours un charbon qui se trouve aux extrémités d'une veine; il donne beaucoup moins de chaleur que le charbon fort, et ne peut servir qu'aux cloutiers, aux maréchaux, et aux petites forges, pour lesquelles on a besoin d'un feu plus doux..... Son usage ordinaire est pour les briquetiers ou tuiliers, et pour les fours à chaux, où le feu trop violent des charbons forts pénétreroit trop précipitamment les parties de la terre et de la pierre, les diviseroit, et les détruiroit... Les charbons foibles se trouvent aussi dans les veines très minces; ils sont toujours menus, et souvent en poussière.

1 « C'est dans une pareille terre que j'ai trouvé, à huit pieds de profondeur, des racines encore très reconnoissables, environnées de terreau où l'on aperçoit déjà quelques couches de petits cubes de charbon. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

pesanteur du charbon, toujours plus compacte que la houille, et au gonflement qu'il prend au feu en s'y boursouflant comme le limon, et en donnant de même une scorie plus ou moins poreuse.

Ainsi je crois pouvoir conclure, de ces réflexions et observations, que l'argile n'entre que peu ou point dans la composition du charbon de terre; que le soufre n'y entre que sous la forme de matière pyriteuse qui se combine avec la substance végétale, de sorte que l'essence du charbon est entièrement de matière végétale, tant sous la forme de bitume que sous celle du végétal même. Les impressions si multipliées des différentes plantes qu'on voit dans tous les schistes limoneux qui servent de toits aux veines de charbon sont des témoins qu'on ne peut récuser, et qui démontrent que c'est aux végétaux qu'est due la substance combustible que ces schistes contiennent.

Mais, dira-t-on, ces schistes, qui non seulement couvrent, mais accompagnent et enveloppent de tous côtés et en tous lieux les veines de charbon, sont eux-mêmes des argiles durcies et qui ne laissent pas d'être combustibles. A cela, je réponds que la méprise est ici la même : ces schistes combustibles qui accompagnent la veine du charbon sont, comme l'on voit, mêlés de la substance des végétaux dont ils portent les impressions; la même matière végétale qui a fait le fonds de la substance du charbon a dû se mêler avec le schiste voisin; et dès lors ce n'est plus du schiste pur ou de la simple argile durcie, mais un composé de matière végétale et d'argile, un schiste limoneux imprégné de bitume, et qui dès lors a la propriété de brûler. Il en est de même de toutes les

autres terres combustibles que l'on pourroit citer; car il ne faut pas perdre de vue le principe général que nous avons établi, savoir, que rien n'est combustible que ce qui provient des corps organisés.

Après avoir considéré la nature du charbon de terre, recherché son origine, et montré que sa formation est postérieure à la naissance des végétaux, et même encore postérieure à leur destruction et à leur accumulation dans le sein de la terre, il faut maintenant examiner la direction, la situation, et l'étendue des veines de cette matière, qui, quoique originaire de la surface de la terre, ne laisse pas de se trouver enfoncée à de grandes profondeurs; elle occupe même des espaces très considérables et se rencontre dans toutes les parties du globe. Nous sommes assurés, par des observations constantes, que la direction la plus générale des veines de charbon est du levant au couchant, et que quand cette *allure* (comme disent les ouvriers) est interrompue par une *faille*, qu'ils appellent *caprice de pierre*, la veine que cet obstacle fait tourner au nord ou au midi reprend bientôt sa première direction du levant au couchant. Cette direction, commune au plus grand nombre des veines de charbon, est un effet particulier dépendant de l'effet général du mouvement qui a dirigé toutes les matières transportées par les eaux de la mer, et qui a rendu les pentes de tous les terrains plus rapides du côté du couchant. Les charbons de terre ont donc suivi la loi générale imprimée par le mouvement des eaux à toutes les matières qu'elles pouvoient transporter, et en même temps ils ont pris l'inclinaison de la pente du terrain sur lequel ils ont été déposés, et sur lequel

ils sont disposés toujours parallèlement à cette pente; en sorte que les veines de charbon, même les plus étendues, courent presque toutes du levant au couchant, et ont leur inclinaison au nord en même temps qu'elles sont plus ou moins inclinées dans chaque endroit, suivant la pente du terrain sur lequel elles ont été déposées; il y en a même qui approchent de la perpendiculaire : mais cette grande différence dans leur inclinaison n'empêche pas qu'en général cette inclinaison n'approche, dans chaque veine, de plus en plus de la ligne horizontale, à mesure que l'on descend plus profondément; c'est alors l'endroit que les ouvriers appellent le *plateur* de la mine, c'est-à-dire le lieu plat et horizontal auquel aboutit la partie inclinée de la veine. Souvent, en suivant ce plateur fort loin, on trouve que la veine se relève et remonte non seulement dans la même direction du levant au couchant, mais encore sous le même degré à très peu près d'inclinaison qu'elle avoit avant d'arriver au plateur; mais ceci n'est qu'un effet particulier, et qui n'a été encore reconnu que dans quelques contrées, telles que le pays de Liége : il dépend de la forme primitive du terrain, comme nous l'expliquerons tout à l'heure; d'ordinaire, lorsque les veines inclinées sont arrivées à la ligne du niveau, elles ne descendent plus, et ne remontent pas de l'autre côté de cette ligne[1].

1. « L'inclinaison des veines de charbon, dit M. de Gensanne, n'affecte pas une aire de vent déterminée; il y en a qui penchent vers le levant, d'autres vers le couchant, et ainsi des autres points de l'horizon : elles n'ont rien de commun non plus avec le penchant des montagnes dans lesquelles elles se trouvent. » Je dois observer que ce rapport de l'inclinaison des veines avec le penchant des montagnes a

A cette disposition générale des veines, il faut ajouter un fait tout aussi général, c'est que la même veine va en augmentant d'épaisseur à mesure qu'elle s'enfonce plus profondément, et que nulle part son épaisseur n'est plus grande que tout au fond, lorsqu'on est arrivé au plateur ou ligne horizontale. Il est donc évident que ces couches ou veines de charbon, qui, dans leur inclinaison, suivent la pente du terrain, et qui deviennent en même temps d'autant plus épaisses que la pente est plus douce, et encore plus épaisses dès qu'il n'y a plus de pente, suivent en cela la même loi que toutes les autres matières transportées par les eaux, et déposées sur des terrains inclinés. Ces dépôts faits par alluvion sur ces terrains en pente ne sont pas seulement composés de veines de charbon, mais encore de matières de toute espèce, comme de schistes, de grès, d'argile, de sable, de craie, de pierre calcaire, de pyrites; et, dans cet amas de matières étrangères qui séparent les veines, il s'en trouve souvent qui sont en grandes masses dures et en bancs inclinés, toujours parallèlement aux veines de charbon.

Il y a ordinairement plusieurs couches de charbon les unes au dessus des autres, et séparées par une épaisseur de plusieurs pieds et même de plusieurs toises de ces matières étrangères. Les veines de charbon s'écartent rarement de leur direction : elles peuvent, comme nous venons de le dire, former quelque inflexion; mais elles reprennent ensuite leur première direction. Il n'en est pas absolument de même de

existé anciennement et nécessairement, et l'observation de M. de Gensanne doit être particularisée pour les terrains qui ont subi des changements depuis le temps du dépôt des veines. *Voyez ci-après.*

leur inclinaison : par exemple, si la veine la plus extérieure de charbon a son inclinaison de dix degrés, la seconde veine, quoique à vingt ou trente pieds plus bas que la première, aura, dans le même endroit, la même inclinaison d'environ dix degrés; et si, en fouillant plus profondément, il se trouve une troisième, une quatrième veine, etc., elles auront encore à peu près le même degré d'inclinaison : mais ce n'est que quand elles ne sont séparées que par des couches d'une médiocre épaisseur; car si la seconde veine, par exemple, se trouve éloignée de la première par une épaisseur très considérable, comme de cent cinquante ou deux cents pieds perpendiculaires, alors cette veine, qui est à deux cents pieds au dessous de la première, est moins inclinée, parce qu'elle prend plus d'épaisseur à mesure qu'elle descend, et qu'il en est de même de la masse intermédiaire de matières étrangères, qui sont aussi toujours plus épaisses à une plus grande profondeur.

Pour rendre ceci plus sensible, supposons un terrain en forme d'entonnoir, c'est-à-dire une plaine environnée de collines dont les pentes soient à peu près égales : si cet entonnoir vient à se remplir par des alluvions successives, il est certain que l'eau déposera ses sédiments tant sur les pentes que sur le fond; et, dans ce cas, les couches déposées se trouveront également épaisses en descendant d'un côté et en remontant de l'autre; mais ce dépôt formera sur le plan du fond une couche plus épaisse que sur les pentes, et cette couche du fond augmentera encore d'épaisseur par les matières qui pourront descendre de la pente :

aussi les veines de charbon sont-elles, comme nous venons de le dire, toujours plus épaisses sur le plateur que dans le cours de leur inclinaison; les lits qui les séparent sont aussi plus épais par la même raison. Maintenant, si, dans ce même terrain en entonnoir, il se fait un second dépôt de la même matière de charbon, il est évident que, comme l'entonnoir est rétréci et les pentes adoucies par le premier dépôt, cette seconde veine, plus extérieure que la première, sera un peu moins inclinée, et n'aura qu'une moindre étendue dans son plateur; en sorte que, s'il s'est formé de cette même manière plusieurs veines les unes au dessus des autres, et chacune séparée par de grandes épaisseurs de matières étrangères, ces veines et ces matières auront d'autant plus d'inclinaison qu'elles seront plus intérieures, c'est-à-dire plus voisines du terrain sur lequel s'est fait le premier dépôt; mais comme cette différence d'inclinaison n'est pas fort sensible dans les veines qui ne sont pas à de grandes distances les unes des autres en profondeur, les minéralogistes se sont accordés à dire que toutes les veines de charbon sont parfaitement parallèles : cependant il est sûr que cela n'est exactement vrai que quand les veines ne sont séparées que par des lits de médiocre ou de petite épaisseur; car celles qui sont séparées par de grandes épaisseurs ne peuvent pas avoir la même inclinaison, à moins qu'on ne suppose un entonnoir d'un diamètre immense, c'est-à-dire une contrée entière comme le pays de Liége, dont tout le sol est composé de veines de charbon jusqu'à une très grande profondeur.

M. Genneté a donné l'énumération[1] de toutes les couches ou veines de charbon de la montagne de

1. « Pour donner, dit-il, l'idée la plus complète de la marche variée des veines qui garnissent un même terrain, j'ai choisi la montagne de Saint-Gilles près de Liége, qui est presque dans le milieu de la trace où ces veines filent du levant au couchant, et où le penchant de la montagne fait découvrir le plus grand nombre de veines, avec les plus grandes profondeurs auxquelles on puisse les atteindre..... Le diamètre du plateau (de cette montagne) est d'environ mille pieds : c'est aussi la longueur de la première veine..... qui s'étend de tous côtés, tant en longueur qu'en largeur, ainsi que tous les autres qui suivent. »

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	p.	p°.	p.	p°.
Distance du gazon à la première veine.	»	»	21	»
Épaisseur de cette première veine.	1	3	»	»
Cette première veine n'a partout qu'un seul lit ou épaisseur uniforme : elle a un doigt d'épaisseur de *houage* (terre noire, meuble, qui se trouve dessous ou entre les bancs de houille) en dessous; ce qui la rend très facile à l'exploitation.				
Distance de la première à la seconde veine. . . .	»	»	42	»
Épaisseur de la deuxième veine.	1	7	»	»
Elle est séparée en deux lits par un doigt d'épaisseur de houage.				
Distance de la deuxième à la troisième veine. . .	»	»	84	»
Épaisseur de la troisième veine.	4	3	»	»
Cette troisième veine est quelquefois séparée en deux par un ou deux pieds de roc; et, à prendre la chose en général, on peut compter depuis un pied jusqu'à une et même deux toises de distance entre ces deux lits de houille, qui ne font cependant qu'une seule veine.				
Distance de la troisième à la quatrième veine. . .	»	»	49	»
Épaisseur de la quatrième veine.	1	7	»	»
Elle a trois pouces de houage en bas; sa houille est bonne, et brûle comme le charbon du meilleur bois.				

Saint-Gilles au pays de Liége, et j'ai cru devoir en donner ici le tableau, quoiqu'il y ait beaucoup plus

	EPAISSEUR des veines.		DISTANCE entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
Distance de la quatrième à la cinquième veine. .	»	»	42	»
Épaisseur de la cinquième veine.	1	3	»	»
Cette cinquième veine est mêlée de pierres qui prennent la moitié de son épaisseur, et la réduisent à sept ou huit pouces, divisés en trois couches; elle renferme quelquefois des pyrites sulfureuses qui lui donnent une odeur désagréable en brûlant.				
Distance de la cinquième à la sixième veine.. . .	»	»	56	»
Épaisseur de la sixième veine.	»	7	»	»
Distance de la sixième à la septième veine. . . .	»	»	56	»
Épaisseur de cette septième veine.	2	3	»	»
La houille de cette veine est de bonne qualité; c'est à cette veine que commence à toucher la grande faille qui coupe ensuite toutes celles qui sont au dessous.				
Distance entre la septième et la huitième veine. .	»	»	21	»
Épaisseur de la huitième veine.	2	7	»	»
Elle est séparée en deux par une épaisseur de deux à trois pouces de pierres, et a en dessous environ trois pouces de houage.				
Distance de la huitième à la neuvième veine. . . .	»	»	28	»
Épaisseur de la neuvième veine.	1	3	»	»
Elle est séparée en trois branches par deux lits de pierres qui font qu'elle ne vaut presque rien.				
Distance de la neuvième à la dixième veine. . . .	»	»	35	»
Épaisseur de cette dixième veine.	1	»	»	»
Elle est de bonne qualité, quoique difficile à exploiter.				
Distance de la dixième à la onzième veine.	»	»	28	»
Épaisseur de cette onzième veine.	3	3	»	»
Elle a en dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de houage, et est excellente.				
Distance de la onzième à la douzième veine. . . .	»	»	91	»

de fictif et de conjectural que de réel dans son exposition. Il prétend que ces veines sont au nombre de

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
Épaisseur de cette douzième veine.	1	2	»	»
La houille de cette veine répand une mauvaise odeur en brûlant, parce qu'elle renferme des *boutures* ou *pyrites sulfureuses;* exposée à l'air pendant les pluies, celle qui est émiettée fermente et s'enflamme d'elle-même, et c'est pour cela qu'on ne peut exploiter cette veine pendant l'hiver, puisque la houille ne pourroit se conserver en tas à l'air libre pour la vente, sans accident.				
Distance de la donzième à la treizième veine. . .	»	»	21	»
Épaisseur de cette treizième veine.	1	7	»	»
Elle est divisée en trois bancs par deux lits de pierres, d'un à deux doigts d'épaisseur, et a en dessous environ un demi-doigt de houage.				
Distance de la treizième à la quatorzième veine. . .	»	»	98	»
Épaisseur de cette quatorzième veine.	4	»	»	»
Elle est séparée en deux branches presque égales par un banc de pierres noires et de veine mitoyenne (ou fausse veine terreuse, qui n'est ni de vraie houille, ni proprement terre, ni véritable pierre, mais un composé des trois fondues ensemble), le tout d'un pied d'épaisseur, et a en dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de houage.				
Distance de la quatorzième à la quinzième veine.	»	»	77	»
Épaisseur de cette quinzième veine.	3	3	»	»
Elle est quelquefois séparée en deux par un lit de pierres et de matière bitumineuse; ce qui n'empêche pas que la veine ne soit excellente.				
Distance de la quinzième à la seizième veine. . .	»	»	56	»
Épaisseur de cette seizième veine.	3	»	»	»
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois elle a trois couches; alors celle de dessus et celle de dessous sont les plus épaisses : souvent il y a un peu de houage, et souvent il n'y en a point				

soixante-une, et que la dernière est à quatre mille cent vingt-cinq pieds liégeois de profondeur, tandis

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
Distance de la seizième à la dix-septième veine. .	»	»	42	»
Épaisseur de cette dix-septième veine.	3	»	»	»
Il y a un lit de deux doigts d'épaisseur qui la divise en deux branches ; c'est encore ici une veine d'élite : il y a depuis deux jusqu'à cinq doigts d'épaisseur de houage sous cette veine.				
Distance de la dix-septième à la dix-huitième veine.	»	»	91	»
Épaisseur de cette dix-huitième veine.	1	3	»	»
Cette veine est bonne ; elle est tantôt d'une seule pièce, et tantôt de deux couches : elle a quelquefois du houage, et d'autres fois elle n'en a point.				
Distance de la dix-huitième à la dix-neuvième veine.	»	»	87	»
Épaisseur de cette dix-neuvième veine..	5	6	»	
Elle a un lit de pierres qui la divise en deux branches ; et ce lit, n'étant que d'un pied en quelques endroits, se trouve de plusieurs pieds d'épaisseur en d'autres : il y a un demi-pied de houage sous la dernière couche du bas; la veine a quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la dix-neuvième à la vingtième veine.	»	»	42	»
Épaisseur de cette vingtième veine.	3	»	»	»
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois de deux couches qui sont séparées par un doigt de houage.				
Distance de la vingtième à la vingt-unième veine.	»	»	98	»
Épaisseur de cette vingt-unième veine.	»	2	»	»
Elle est souvent séparée en deux couches par un lit de sept à huit pouces de roc : celle de dessus est la plus épaisse, et est quelquefois divisée par deux doigts de houage.				
Distance de la vingt-unième à la vingt-deuxième veine..	»	»	49	»
Épaisseur de cette vingt-deuxième veine.	4	»	»	»
C'est la meilleure de toutes les veines; cepen-				

que, dans la réalité et de fait, les travaux les plus profonds de la montagne de Saint-Gilles ne sont par-

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
dant il s'y trouve quelquefois des pyrites, mais aisées à séparer : elle a deux doigts de houage en bas.				
Distance de la vingt-deuxième à la vingt-troisième veine..	»	»	28	»
Épaisseur de cette vingt-troisième veine.	1	7	»	»
La houille donne au feu un peu de mauvaise odeur : elle a trois couches ; celle d'en bas et celle d'en haut sont les plus épaisses : il y a un doigt de houage sous celle du milieu ; la veine contient souvent des pyrites.				
Distance de la vingt-troisième à la vingt quatrième veine..	»	»	42	»
Épaisseur de cette vingt-quatrième veine.	»	7	»	»
Il y a un demi-pied de houage en dessous.				
Distance de la vingt-quatrième à la vingt-cinquième veine..	»	»	35	»
Épaisseur de cette vingt-cinquième veine.	1	2	»	»
Elle contient beaucoup de pyrites sulfureuses, et est divisée en deux couches.				
Distance de la vingt-cinquième à la vingt-sixième veine.	»	»	84	»
Épaisseur de cette vingt-sixième veine..	3	3	»	»
Elle est aussi divisée en deux couches, et a depuis deux jusqu'à trois pouces de houage au dessous.				
Distance de la vingt-sixième à la vingt-septième veine..	»	»	45	»
Epaisseur de cette vingt-septième veine..	2	3	»	»
Cette veine est bonne et toute d'une pièce.				
Distance de la vingt-septième à la vingt-huitième veine.	»	»	42	»
Épaisseur de cette vingt-huitième veine.	2	3	»	»
Cette veine est bonne et aussi d'une seule pièce ; elle a deux doigts de houage.				

venus qu'à la vingt-troisième veine, laquelle ne se trouve qu'à douze cent quatre-vingt-huit pieds lié-

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
Distance de la vingt-huitième à la vingt-neuvième veine.	»	»	98	»
Épaisseur de cette vingt-neuvième veine.	5	7	»	»
Il y a deux lits de pierres qui divisent la veine en trois ; l'un de ces lits de pierres a trois pouces, et l'autre un pied d'épaisseur ; elle est mise au nombre des meilleures veines, et a un pouce de houage au milieu.				
Distance de la vingt-neuvième à la trentième veine.	»	»	24	»
Épaisseur de cette trentième veine.	3	»	»	»
Elle est divisée en deux couches ; il y a quelquefois du houage, et toujours des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trentième à la trente-unième veine.	»	»	49	»
Épaisseur de cette trente-unième veine.	2	3	»	»
Il y a deux lits de pierres qui la divisent en trois branches, et qui ont chacun sept à huit pouces d'épaisseur : ces trois branches donnent de la houille qui est peu estimée.				
Distance de la trente-unième à la trente-deuxième veine.	»	»	94	»
Épaisseur de cette trente-deuxième veine.	3	»	»	»
C'est ici une bonne veine divisée en deux couches par une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance entre la trente-deuxième et la trente-troisième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette trente-troisième veine.	4	7	»	»
Il y a un lit de pierres de sept pouces d'épaisseur qui la divise en deux branches à peu près égales : la houille de cette veine est un peu moins noire que celle des autres veines ; il y a trois doigts de houage au dessous.				
Distance entre la trente-troisième et la trente-quatrième veine.	»	»	42	»
Épaisseur de cette trente-quatrième veine.	1	3	»	»

geois, c'est-à-dire à mille soixante-treize pieds de Paris de profondeur, suivant le calcul même des dis-

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines	
	P.	P°.	P.	P°.
Il y a encore ici trois couches de houille, dont La supérieure est la plus épaisse, avec un demi-doigt de houage au dessous.				
Distance de la trente-quatrième à la trente-cinquième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette trente-cinquième veine.	3	7	»	»
Cette trente-cinquième veine est bonne ; elle a deux doigts de houage au dessous.				
Distance de la trente-cinquième à la trente-sixième veine.	»	»	91	»
Épaisseur de cette trente-sixième veine.	3	»	»	»
Il y a deux lits de pierres, chacun de quatre à cinq pouces d'épaisseur, qui séparent la veine en trois branches : cette veine porte sur deux doigts de houage, et renferme quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trente-sixième à la trente-septième veine.	»	»	35	»
Épaisseur de cette trente-septième veine.	2	7	»	»
Il y a un lit de pierres qui divise la veine en deux branches, dont la supérieure a un demi-doigt de houage : cette veine renferme quelques pyrites.				
Distance de la trente-septième à la trente-huitième veine.	»	»	28	»
Épaisseur de cette trente-huitième veine.	1	»	»	»
Souvent cette veine est d'une seule pièce, et souvent elle est divisée en deux couches, dont l'inférieure porte sur une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance de la trente-huitième à la trente-neuvième veine.	»	»	4	»
Épaisseur de cette trente-neuvième veine.	1	5	»	»
Cette veine a deux couches ; celle de dessus est la plus épaisse et porte sur un doigt de houage.				
Distance de la trente-neuvième à la quarantième				

tances rapportées par cet auteur. Les autres travaux des environs ne sont pas aussi profonds. M. Genneté a

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
veine.	»	»	42	»
Épaisseur de cette quarantième veine.	»	7	»	»
Distance de la quarantième à la quarante-unième veine.	»	»	56	»
Épaisseur de cette quarante-unième veine.	2	3	»	»
Cette veine est composée de deux couches ; celle de dessous est la plus épaisse et porte sur deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-unième à la quarante-deuxième veine.	»	»	42	»
Épaisseur de cette quarante-deuxième veine. . . .	4	3	»	»
Il y a un lit de pierres de deux doigts d'épaisseur qui divise la veine en deux branches ; celle de dessus est la plus forte, et celle de dessous a trois doigts de houage.				
Distance de la quarante-deuxième à la quarante-troisième veine.	»	»	49	»
Épaisseur de cette quarante-troisième veine. . . .	1	7	»	»
Distance de la quarante-troisième à la quarante-quatrième veine.	»	»	67	»
Épaisseur de cette quarante-quatrième veine. . .	3	»	»	»
Distance de la quarante-quatrième à la quarante-cinquième veine.	»	»	42	»
Épaisseur de cette quarante-cinquième veine. . .	2	»	»	»
Elle est divisée en deux couches, celle de dessous a deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-cinquième à la quarante-sixième veine.	»	»	21	»
Épaisseur de cette quarante-sixième veine.	4	»	»	»
Distance de la quarante-sixième à la quarante-septième veine.	»	»	105	»
Épaisseur de cette quarante-septième veine. . . °	2	»	»	»
Elle est composée de deux couches ; celle d'en bas a un doigt d'épaisseur de houage.				

donc eu tort de faire entendre que les mines du pays de Liége ont été fouillées jusqu'à quatre mille cent

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
Distance de la quarante-septième à la quarante-huitième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette quarante-huitième veine. . . .	»	7	»	»
Distance de la quarante-huitième à la quarante-neuvième veine.	»	»	7	»
Épaisseur de cette quarante-neuvième veine. . . .	1	3	»	»
Distance de la quarante-neuvième à la cinquantième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette cinquantième veine.	»	4½	»	»
Distance de la cinquantième à la cinquante-unième veine.	»	»	7	»
Épaisseur de cette cinquante-unième veine. . . .	1	3	»	»
Distance de la cinquante-unième à la cinquante-deuxième veine.	»	»	35	»
Épaisseur de cette cinquante-deuxième veine. . .	3	»	»	»
Elle est divisée en deux couches ; celle de dessous a quatre pouces de houage.				
Distance de la cinquante-deuxième à la cinquante-troisième veine.	»	»	84	»
Épaisseur de cette cinquante-troisième veine. . .	4	»	»	»
Il y a un lit de pierres d'un pied d'épaisseur qui divise la veine en deux branches ; celle d'en bas a un pied de houage.				
Distance de la cinquante-troisième à la cinquante-quatrième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette cinquante-quatrième veine. .	3	3	»	»
Elle est difficile à exploiter à cause des pierres qui s'y trouvent mêlées.				
Distance de la cinquante-quatrième à la cinquante-cinquième veine.	»	»	56	»
Épaisseur de cette cinquante-cinquième veine. . .	3	3	»	»
Cette veine est bonne, facile à exploiter, avec trois pouces de houage en dessous.				
Distance de la cinquante-cinquième à la cinquante-				

vingt-cinq pieds de profondeur; tout ce qu'il auroit pu dire, c'est que si l'on vouloit exploiter par le som-

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	p.	p°.	p.	p°.
sixième veine.	»	»	84	»
Épaisseur de cette cinquante-sixième veine. . . .	1	7	»	»
Elle est divisée en deux couches; celle de dessus est la plus épaisse et porte sur un doigt d'épaisseur de houage : il y a ici une faille dont on a déjà parlé, qui a 420 pieds d'épaisseur, et qui sépare la cinquante-sixième veine de la cinquante-septième.				
Distance de la cinquante-sixième à la cinquante-septième veine.	»		420	»
Épaisseur de cette cinquante-septième veine. . . .	2	7	»	»
Il y a un lit de pierres qui, depuis 3 pouces, s'élargit jusqu'à 20 et 21 pieds, et divise ainsi la veine en deux branches.				
Distance de la cinquante-septième à la cinquante-huitième veine.	»		105	»
Épaisseur de cette cinquante-huitième veine. . . .	1	»	»	»
Distance de la cinquante-huitième à la cinquante-neuvième veine.	»		126	»
Épaisseur de cette cinquante-neuvième veine. . .	3	3	»	»
Elle est divisée en deux couches par deux doigts d'épaisseur de houage, et contient beaucoup de pyrites.				
Distance de la cinquante-neuvième à la soixantième veine.	»		154	»
Épaisseur de cette soixantième veine.	1	2	»	»
Distance de la soixantième à la soixante-unième veine.	»		126	»
Épaisseur de cette soixante-unième et dern. veine.	3	8	»	»
Cette veine est d'élite; elle porte sur trois pouces de houage et est divisée en deux couches.				

M. Genneté ajoute que le houage se trouve toujours sous les veines ou bien entre elles, et que toutes celles où il y a de cette espèce de

met de la montagne de Saint-Gilles sa soixante-unième veine, il faudroit creuser jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur perpendiculaire, c'est-à-dire à trois mille quatre cent trente-huit pieds de Paris, si toutefois cette veine conserve la même courbure qu'il lui suppose. Rejetant donc comme conjecturales et peut-être imaginaires toutes les veines supposées par M. Genneté au delà de la vingt-troisième, qui est la plus profonde de toutes celles qui ont été fouillées, et n'en comptant en effet que vingt-trois au lieu de soixante-une, on verra, par la comparaison entre elles de ces veines de charbon, toutes situées les unes au dessous des autres, que leur épaisseur n'est pas relative à la profondeur où elles gisent; car dans le nombre des veines supérieures, de celles du milieu et des inférieures, il s'en trouve qui sont à peu près également épaisses ou minces, sans aucune règle ni aucun rapport avec leur situation en profondeur.

On verra aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les veines de charbon n'influe pas sur leur épaisseur propre.

Il en est encore de même de la bonne ou mauvaise qualité des charbons; elle n'a nul rapport ici avec les différentes profondeurs d'où on les tire : car on voit par le tableau que le meilleur charbon de ces vingt-trois veines est celui qui s'est trouvé dans les quatrième, septième, dixième, onzième, quinzième, dix-septième, dix-huitième, et vingt-deuxième veines; en sorte que, dans les veines les plus basses,

terre sont plus faciles à exploiter que les autres, parce que l'on y fait entrer aisément les coins de fer pour détacher la houille et l'enlever en morceaux.

ainsi que dans celles du milieu, et dans les plus extérieures, il se trouve également du très bon, du médiocre, et du mauvais charbon. Cela prouve encore que c'est une même matière, amenée et déposée par les mêmes moyens, qui a formé les unes et les autres de ces différentes veines, et qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre n'a pas changé leur nature, ni même leur qualité, puisque les plus profondes et par conséquent les plus anciennement déposées sont absolument de la même essence et qualité que les plus modernes; mais cela n'empêche pas qu'ici, comme ailleurs, la partie du milieu et le fond de la veine ne soient toujours celles où se trouve le meilleur charbon : celui de la partie supérieure est toujours plus maigre et plus léger; et à mesure que les rameaux de la veine approchent plus de la surface de la terre, le charbon en est moins compacte, et il paroît avoir été altéré par la stillation des eaux.

Dans ces vingt-trois veines, il y en a huit de très bon charbon, dix de médiocre qualité, et cinq qui donnent une très mauvaise odeur par la grande quantité de pyrites qu'elles contiennent; et comme l'une de ces veines pyriteuses se trouve être la dernière, c'est-à-dire la vingt-troisième, on voit que les pyrites, qui ne se forment ordinairement qu'à de médiocres profondeurs, ne laissent pas de se trouver à plus de douze cent quatre-vingts pieds liégeois dans l'intérieur de la terre, ou mille soixante-treize pieds de Paris; ce qui me démontre qu'elles y ont été déposées en même temps que la matière végétale qui fait le fond de la substance du charbon.

On voit encore, en comparant les épaisseurs de ces

différentes veines, qu'elles varient depuis sept pouces jusqu'à cinq pieds et demi, et que celle des lits qui les séparent varie depuis vingt-un pieds jusqu'à quatre-vingt-dix-huit, mais sans aucune proportion ni relation des unes aux autres. Les veines les plus épaisses sont les troisième, quatorzième, dix-neuvième, vingt-deuxième; et la plus mince est la sixième.

Au reste, dans une même montagne, et souvent dans une contrée tout entière, les veines de charbon ne varient pas beaucoup par leur épaisseur, et l'on peut juger dès la première veine de ce qu'on peut attendre des suivantes; car si cette veine est mince, toutes les autres le seront aussi : au contraire, si la première veine qu'on découvre se trouve épaisse, on peut présumer avec fondement que celles qui sont au dessous ont de même une forte épaisseur.

Dans les différents pays, quoique la direction des veines soit partout assez constante, et toujours du levant au couchant, leur situation varie autant que leur inclinaison. On vient de voir que dans celui de Liége elles se trouvent pour ainsi dire à toutes profondeurs. Dans le Hainaut, aux villages d'Anzin, de Fresnes, etc., elles sont fort inclinées avant d'arriver à leur plateur, et se trouvent à trente ou trente-quatre toises au dessous de la surface du terrain, tandis que dans le Forez elles sont presque horizontales et à fleur de terre, c'est-à-dire à deux ou trois pieds au dessous de sa surface. Il en est à peu près de même en Bourgogne, à Mont-Cénis, Épinac, etc., où les premières veines ne sont qu'à quelques pieds. Dans le Bourbonnois, à Fins, elles se trouvent à deux, trois, ou quatre toises, et sont peu inclinées, tandis qu'en Anjou, à

Saint-George, Châtel-Oison, et Concourson, où elles remontent à la surface, c'est-à-dire à deux, trois, et quatre pieds, elles ont, dans leur commencement, une si forte inclinaison, qu'elles approchent de la perpendiculaire; et ces veines, presque verticales à leur origine, ne font plateur qu'à sept cents pieds de profondeur.

Nous avons dit[1] que les mines d'ardoise et celles de charbon de terre avoient bien des rapports entre elles par leur situation et leur formation; ceci nous en fournit une nouvelle preuve de fait, puisqu'en Anjou, où les ardoises sont posées presque perpendiculairement, les charbons se trouvent souvent de même dans cette situation perpendiculaire. Dans l'Albigeois, à Carmeaux, la veine de charbon ne se trouve qu'à deux cents pieds, et elle fait son plateur à quatre cents pieds.

L'épaisseur des veines est aussi très différente dans les différents lieux. On vient de voir que toutes celles du pays de Liége sont très minces, puisque les plus fortes n'ont que cinq pieds et demi d'épaisseur dans la montagne de Saint-Gilles, et sept pieds dans quelques autres contrées de ce même pays. Mais il y a deux manières dont les charbons ont été déposés : la première, en veines étendues sur des terrains en pente, et la seconde, en masses sur le fond des vallées; et ces dépôts en masses seront toujours plus épais que les veines en pente. Il y a de ces masses de charbon qui ont jusqu'à dix toises d'épaisseur. Or, si les veines étoient partout très minces, on pourroit imaginer,

1. *Epoques de la Nature.*

avec M. Genneté, qu'elles ne sont en effet produites que par le suintement des bitumes des grosses couches intermédiaires. Mais comment concevoir qu'une masse de dix toises d'épaisseur ait pu se produire par cette voie? On ne peut donc pas douter que ces masses si épaisses ne soient des dépôts de matière végétale accumulée l'une sur l'autre quelquefois jusqu'à soixante pieds d'épaisseur.

Quoique les veines soient à peu près parallèles les unes au dessus des autres, cependant il arrive souvent qu'elles s'approchent ou s'éloignent beaucoup, en laissant entre elles de plus ou moins grandes distances en hauteur; et ces intervalles sont toujours remplis de matières étrangères, dont les épaisseurs sont aussi variables et toujours beaucoup plus fortes que celle des couches de charbon : celles-ci sont en général assez minces, et communément elles sont d'un pied, deux pieds, jusqu'à six ou sept d'épaisseur; celles qui sont beaucoup plus épaisses ne sont pas des couches ou veines qui se prolongent régulièrement, mais plutôt, comme nous venons de l'exposer, des amas ou masses en dépôts qui ne se trouvent que dans quelques endroits, et dont l'étendue n'est pas considérable.

Les mines de charbon les plus profondes que l'on connoisse en Europe sont celles du comté de Namur, qu'on assure être fouillées jusqu'à deux mille quatre cents pieds du pays, ce qui revient à peu près à deux mille pieds de France; celles de Liége, où l'on est descendu à mille soixante-treize pieds : celle de Whitehaven, près de Moresby, qui passe pour être la plus profonde de toute la Grande-Bretagne, n'a que cent

trente brasses, c'est-à-dire six cent quatre vingt-treize de nos pieds; on y compte vingt couches ou veines de charbon les unes au dessous des autres.

Dans toutes les mines de charbon, et dans quelque pays que ce soit, les surfaces du banc de charbon par lesquelles il est appliqué au toit et au sol sont lisses, luisantes, et polies, et on trouve souvent de petits lits durs et pierreux dans la veine même du charbon, lesquels la traversent et la suivent horizontalement. Le cours des veines est aussi assez fréquemment gêné ou interrompu par des bancs de pierre qu'on appelle des *creins :* ils n'ont ordinairement que peu d'étendue; mais ils sont souvent d'une matière si dure, qu'ils résistent à tous les instruments. Ces creins partent du toit ou du sol de la veine, et quelquefois de tous les deux; ils sont de la même nature que le banc inférieur ou supérieur auquel ils sont attachés. Les failles dont nous avons parlé sont d'une étendue bien plus considérable que les creins, et souvent elles terminent la veine, ou du moins l'interrompent entièrement et dans une grande longueur; elles partent de la plus grande profondeur, traversent toutes les veines et autres matières intermédiaires, et montent quelquefois jusqu'à la surface du terrain. Dans le pays de Liége elles ont pour la plupart quinze ou vingt toises d'épaisseur, sans aucune direction ni inclinaison réglées; il y en a de verticales, d'obliques, et d'horizontales en tous sens : elles ne sont pas de la même substance dans toute leur étendue; ce ne sont que d'énormes fragments de schiste, de roche, de grès, ou d'autres matières pierreuses superposées irrégulièrement, qui semblent s'être éboulées dans les vides de la terre.

Les schistes qui couvrent et enveloppent les veines sont souvent mêlés de terre limoneuse, et presque toujours imprégnés de bitume et de matières pyriteuses; ils contiennent aussi des parties ferrugineuses, et deviennent rouges par l'action du feu : plusieurs de ces schistes sont combustibles On a des exemples de bonnes veines de charbon qui se sont trouvées au dessous d'une mine de fer, et dans lesquelles le schiste qui sert de toit au charbon est plus ferrugineux que les autres schistes; il y en a qui sont presque entièrement pyriteux, et les charbons qu'ils recouvrent ont un enduit doré et varié d'autres couleurs luisantes. Ces charbons pyriteux conservent même ces couleurs après avoir subi l'action du feu : mais ils les perdent bientôt s'ils demeurent exposés aux injures de l'air; car il n'y a pas de soufre en nature dans les charbons de terre, mais seulement de la pyrite plus ou moins décomposée; et comme le fer est bien plus abondant que le cuivre dans le sein de la terre, la quantité des pyrites ferrugineuses ou martiales étant beaucoup plus grande que celle des pyrites cuivreuses, presque toutes les veines de charbon sont mêlées de pyrites martiales, et ce n'est qu'en très peu d'endroits où il s'en trouve de mélangées avec les pyrites cuivreuses.

Lors donc qu'il se trouve du soufre en nature dans quelques mines de charbon, comme dans celle de Whitehaven en Angleterre, où le schiste qui fait l'enveloppe de la veine de charbon est entièrement incrusté de soufre, cet effet ne provient que du feu accidentel qui s'est allumé dans ces mines par l'effervescence des pyrites et l'inflammation de leurs va-

peurs. Les mines de charbon dans lesquelles il ne s'est fait aucun incendie ne contiennent point de soufre naturel, quoique presque toutes soient mêlées d'une plus ou moins grande quantité de parties pyriteuses.

Ces charbons pyriteux sont donc imprégnés de l'acide vitriolique et des terres minérales et végétales qui servent de base à l'acide pour la composition de la pyrite. Ces charbons se décomposent à l'air, et très souvent il se produit à leur surface des filets d'alun par leur efflorescence; par exemple, les eaux qui sortent des mines de Mont-Cenis en Bourgogne sont très alumineuses, et il n'est pas même rare de trouver des terres alumineuses près des charbons de terre. On tire aussi quelquefois de l'alun de la substance même du charbon; on en a des exemples dans la mine de Laval en France, dans celle de Nordhausen en Allemagne, et dans celle du pays de Liége, où M. Morand a trouvé une grande quantité d'alun formé en cristaux sur les pierres schisteuses du toit des veines de charbon. « Le territoire de ce pays, dit-il, ouvert pour les mines de houille, l'est également pour des terres d'alun dont les mines sont appelées *alunières*. »

L'alun n'est pas le seul sel qui se trouve dans les charbons de terre; il y a certaines mines de charbon, comme celle de Nicolaï en Silésie, qui contiennent du sel marin, et dont on tire des pierres quelquefois recouvertes d'une grande quantité de sel gemme. En général, tout ce qui entre dans la composition des pyrites et de la terre végétale doit se trouver dans les charbons de terre; car la décomposition de ces substances végétales et pyriteuses y répand tous les sels

formés de l'union des acides avec les terres végétales et ferrugineuses.

Quoique nous ayons dit que les veines de charbon étoient ordinairement couvertes et enveloppées par un schiste plus ou moins mêlé de terre végétale ou limoneuse, ce n'est cependant pas une règle sans exception; car il y a quelques mines où le toit et le sol de la veine de charbon sont de grès, et même de pierre calcaire plus ou moins dure; on en a des exemples dans les mines des territoires de Mons, de Juliers, et dans certains endroits de l'Allemagne cités par le savant chimiste M. Lehmann. On peut voir dans le troisième volume de ses *Essais sur l'histoire naturelle des couches de la terre* tous les lits qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre en Misnie près de Vettin et de Loébegin; en Thuringe, dans le comté de Hohenstein, dans tout le terrain qui environne le Hartz jusqu'auprès du comté de Mansfeld; et encore les mines du duché de Brunswick près de Helmstadt. On voit, dans le tableau que M. Lehmann donne de ces différents lits, que les veines de charbon se trouvent également sous le schiste, sous une matière spatheuse, sous des pierres feuilletées composées d'argile et d'un peu de pierre calcaire, etc.; et l'on peut observer que, dans les lits qui séparent les différentes veines de charbon, il n'y a ni ordre de matières ni suite régulière, et que ces lits sont, dans tous les autres terrains à charbon, comme jetés au hasard, l'argile sur la marne, la pierre calcaire sur le schiste, les substances spathiques sur les sables argileux, etc.

Dans l'immense quantité de décombres et de dé-

bris de toute espèce qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre, il se trouve quelquefois des métaux, des demi-métaux ou minéraux métalliques; le fer y est abondamment répandu sous la forme d'ocre, et quelquefois en grains de mine; le cuivre et l'argent s'y trouvent plus rarement, et l'on doit regarder comme chose extraordinaire ce que l'on raconte de la mine de charbon de Chemnitz en Saxe, qui contient un très beau vert-de-gris, et produit dans certains essais trente livres de bon cuivre de rosette et cinq onces et demie d'argent par quintal : il me paroît évident que cette quantité de cuivre et d'argent ne se trouve pas dans un quintal de charbon, et qu'on doit regarder cette mine de cuivre comme isolée et séparée de celle du charbon. Il en est à peu près de même des mines de calamine, qui sont assez fréquentes dans le pays de Liége. Toutes les mines métalliques de seconde formation peuvent se trouver, comme celles de charbon, dans les couches de la terre qui sont elles-mêmes d'une formation secondaire; il peut, par cette même raison, se trouver quelques filets ou grains de métal charriés et déposés par la stillation des eaux dans le charbon de terre, qui se seront formés dans cette matière de la même manière qu'ils se forment dans toutes les autres couches de la terre. Ces mines métalliques secondaires et parasites tirent leur origine des anciens filons, et n'en sont que des particules détachées par l'eau ou déposées dans le sein de la terre par la décomposition des anciens filons métalliques; et ce n'est que par ce moyen qu'il peut se trouver quelquefois dans le charbon de terre, comme dans toute autre matière, de petites portions de mé-

taux. M. Kurella en donne quelques exemples; il cite un morceau de charbon de terre qui laissoit apercevoir une mine d'argent pur, et ce morceau venoit apparemment des mines de Hesse, dans le charbon desquelles on trouve en effet un peu d'argent assez pur : celle de Richenffein en Silésie contient de l'or; une de celles du comté de Buckingham dans la Grande-Bretagne donne du plomb; et M. Morand dit que l'étain se trouve aussi quelquefois dans le charbon de terre. Tous les métaux peuvent donc s'y trouver, mais en parcelles et en débris, comme toutes les autres matières qui sont de formation secondaire.

Nous devons encore observer, au sujet des veines, des couches, et des masses de charbon, qu'il s'en trouve très souvent de grands amas qui ne se prolongent pas au loin en veines régulières, et qui néanmoins occupent des espaces assez grands. Ces amas ont dû se former toutes les fois que les arbres et autres matières végétales se sont trouvés amoncelés sur des fonds creux environnés d'éminences : ainsi ces amas n'ont point de communication entre eux, et ne sont pas disposés par veines dirigées du levant au couchant. Ces mines en masses sont bien plus faciles à exploiter que les mines en veines; elles sont ordinairement plus épaisses et situées moins profondément. Dans le Bourbonnois, l'Auvergne, le Forez et la Bourgogne, et dans plusieurs autres provinces de France, les mines dont on tire le plus de charbon sont en amas, et non pas en veines prolongées; elles ont ordinairement huit et dix pieds d'épaisseur de charbon, et souvent beaucoup plus.

Mais, comme nous l'avons dit, toutes les mines de

charbon, soit en veines ou en amas, ne se trouvent que dans les couches de seconde formation, dont les matières ont été amenées et déposées par les eaux de la mer; on n'en a jamais trouvé dans les grandes masses vitreuses de première formation, telles que les quartz, les jaspes, et les granites : c'est toujours dans les collines et montagnes du second ordre, et surtout dans celles dont la construction par bancs est la plus irrégulière, que gisent ces amas et ces veines de charbon; et la plus grande partie de la masse de ces montagnes est d'ordinaire un schiste ou une argile différemment modifiée; souvent aussi ce sont des grès plus ou moins décomposés, ou des pierres calcaires plus ou moins dures, ou des terres presque toujours imprégnées de matières pyriteuses qui leur donnent plus de pesanteur et une grande dureté. M. Lehmann dit avec quelque raison que le schiste qui sert presque toujours d'assise et de plancher au charbon de terre n'est qu'une argile durcie, feuilletée, sulfureuse, alumineuse, et bitumineuse. Mais je ne vois pas comment on peut en conclure avec lui que ce schiste est bitumineux lorsque sa portion argileuse a été imprégnée d'acide vitriolique, et qu'il est fétide lorsque cette même portion argileuse a été imprégnée d'acide marin; car le bitume ne se forme pas par le mélange de la terre argileuse avec l'acide vitriolique, mais par celui de ce même acide avec l'huile des végétaux, à moins que cet habile chimiste n'ait, comme M. de Gensanne, pris le limon ou la terre limoneuse pour de l'argile. Il ajoute que des observations réitérées ont fait connoître que ces schistes, ardoises, ou pierres feuilletées, occupent la partie du milieu du terrain

sur lequel les mines de charbon sont portées, et que ces mines occupent toujours la partie la plus basse; ce qui n'est pas encore exactement vrai, puisque l'on trouve souvent des couches de schiste au dessous des veines de charbon.

Les mines de charbon les plus aisées à exploiter ne sont pas celles qui sont dans les plaines ou dans le fond des vallons; ce sont au contraire celles qui gisent en montagne, et desquelles on peut tirer les eaux par des galeries latérales, tandis que, dans les plaines, il faut des pompes ou d'autres machines pour élever les eaux, qui sont quelquefois en telle abondance qu'on est obligé d'abandonner les travaux et de renoncer à l'exploitation de ces mines noyées; et ces eaux, lorsqu'elles ont croupi, prennent souvent une qualité funeste : l'air s'y corrompt aussi dès qu'il n'a pas une libre circulation. Les accidents causés par les vapeurs qui s'élèvent de ces mines sont peut-être aussi fréquents que dans les mines métalliques. Le docteur Lister est le premier qui ait observé la nature de ces vapeurs; il en distingue quatre sortes. La première, qu'il nomme *exhalaison fleurs de pois*, parce qu'elle a l'odeur de cette fleur, n'est pas mortelle, et ne se fait guère sentir qu'en été. La seconde, qu'il appelle *exhalaison fulminante*, produit en effet un éclair et une forte détonation en prenant feu à l'approche d'une chandelle; et l'on a remarqué qu'elle ne s'enflammoit pas par les étincelles du briquet, en sorte que, pour éclairer les ouvriers dans ces profondeurs entièrement obscures, on s'est quelquefois servi d'une meule, qui, frottée continuellement contre des morceaux d'acier, produisoit assez d'étincelles pour leur donner de la

lumière sans courir le risque d'enflammer la vapeur. La troisième, qu'il regarde comme l'exhalaison commune et ordinaire dans toutes ces mines, est un mauvais air qu'on a peine à respirer : on reconnoît la présence de cette exhalaison à la flamme d'une chandelle qui commence par tourner et diminuer jusqu'à extinction ; il en seroit de même de la vie, si l'on s'obstinoit à demeurer dans cet air qui paroît avoir perdu partie de son élasticité. Enfin la quatrième vapeur est celle que Lister nomme *exhalaison globuleuse :* c'est un amas de ce même mauvais air qui s'attache à la voûte de la mine en forme de ballon, dont l'enveloppe n'est pas plus épaisse qu'une toile d'araignée; lorsque ce ballon vient à s'ouvrir, la vapeur qui en sort suffoque, étouffe ceux qui la respirent. Je crois, avec M. Morand, qu'on peut réduire ces quatre sortes de vapeurs à deux. L'une n'est qu'un simple brouillard de mauvais air, auquel nous donnerons le nom de *mouffette* ou *pousse;* cet air, qui éteint les lumières et fait périr les hommes, est l'acide aérien ou air fixe, aujourd'hui bien connu, qui existe plus ou moins dans tout air, et qui n'a pu être encore ni composé ni décomposé par l'art; les ventilateurs et le feu lui-même ne le purifient pas, et ne font que le déplacer : il faut donc entretenir une libre circulation dans les mines. Cette vapeur devient plus abondante lorsque les travaux ont été interrompus pendant quelques jours; et dans les grandes chaleurs de l'été le brouillard est quelquefois si fort qu'on est obligé de cesser les ouvrages : il se condense souvent en filets qui voltigent; et ce sont apparemment ces filets réunis qui forment les globes dont parle Lister. La seconde exhalaison est la vapeur qui s'enflamme et

qu'on appelle *feu grieux;* c'est vraiment de l'air inflammable tout pareil à celui qui sort des marais et de toutes les eaux croupies : cet air siffle et pétille dans certains charbons, surtout lorsqu'ils sont amoncelés; ils s'enflamment quelquefois d'eux-mêmes comme le feroient des pyrites entassées. Les ouvriers savent reconnoître qu'ils sont menacés de cette exhalaison, et qu'elle va s'allumer, par l'effet très naturel qu'elle produit de repousser l'air de l'endroit d'où elle vient; aussi, dès qu'ils s'en aperçoivent, ils se hâtent d'éteindre leurs chandelles : ils sont encore avertis par les étincelles bleuâtres que la flamme de ces chandelles jette alors en grande quantité.

Les mauvais effets de toutes ces exhalaisons peuvent être prévenus en purifiant l'air par le feu, et surtout en lui donnant une grande et libre circulation. Souvent les ventilateurs et les puits d'air ne suffisent pas; il faut établir dans les mines des fourneaux d'aspiration. Au reste, ce n'est guère que dans les mines où le charbon est très pyriteux que ce feu grieux s'allume; et l'on a observé qu'il est plus fréquent dans celles où les eaux croupissent : mais, dans les mines de charbon purement bitumineux ou peu mélangé de parties pyriteuses, cette vapeur inflammable ne se manifeste point et n'existe peut-être pas.

Comme il y a plusieurs charbons de terre qui sont extrêmement pyriteux, les embrasements spontanés sont assez fréquents dans leurs mines; et quand une fois le feu s'est allumé, il est non seulement durable, mais perpétuel : on en a plusieurs exemples, et l'on a vainement tenté d'arrêter le progrès de cet incendie souterrain, dont l'effet peu violent n'est pas accom-

pagné de fortes explosions, et n'est nuisible que par la perte du charbon qu'il consume. Souvent ces mines ont été enflammées par les vapeurs mêmes qu'elles exhalent, et qui prennent feu à l'approche des chandelles allumées pour éclairer les ouvriers [1].

Dans le travail des mines de charbon de terre l'on est toujours plus ou moins incommodé par les eaux; les unes y coulent en sources vives, les autres n'y tombent qu'en suintant par les fentes des rochers et des terres supérieures, et les mineurs les plus expérimentés assurent que plus ils creusent plus les eaux diminuent, et qu'elles sont plus abondantes vers la superficie. Cette observation est conforme aux idées qu'on doit avoir de la quantité des eaux souterraines, qui, ne tirant leur origine que des eaux pluviales, sont d'autant plus ou moins abondantes qu'elles ont d'épaisseur de terre à traverser; et ce ne doit être que quand on laisse tomber les eaux des excavations supérieures dans les travaux inférieurs qu'elles paroissent être en plus grande quantité à cette profondeur plus

1. Je dois observer que les auteurs qui ont avancé, comme on le voit ici, que c'est la vapeur sulfureuse qui s'enflamme, se sont trompés; cette vapeur sulfureuse, loin de s'allumer, éteint au contraire les chandelles allumées : c'est donc à l'air inflammable, et non à la vapeur sulfureuse, qu'il faut attribuer l'inflammation dans les mines de charbon. Mais la cause la plus commune de l'embrasement des mines de charbon est l'inflammation des pyrites par l'humidité de la terre lorsqu'elle est abreuvée d'eau; on ne peut parvenir à étouffer ce feu qu'en inondant, pendant un certain temps, toute la mine incendiée. Ces accidents sont très fréquents dans les mines de charbon qui ont été exploitées sans ordre par les paysans : la quantité de puits et d'ouvertures qu'ils ont laissés sur la direction des veines sont autant de réceptacles aux eaux de pluie, qui, venant à rencontrer des pyrites, causent ces incendies.

grande. Enfin on a aussi observé que l'étendue superficielle et la direction des suintements et du volume des sources souterraines varient selon les différentes couches des matières où elles se trouvent.

Tout le monde sait que l'eau qui ne peut se répandre remonte à la même hauteur dont elle est descendue; rien ne démontre mieux que les eaux souterraines, même les plus profondes, proviennent uniquement des eaux de la superficie, puisqu'en perçant la terre jusqu'à cette profondeur avec des tarrières on se procure des eaux jaillissantes à la surface : mais, lorsqu'au lieu de former un siphon dans la terre, comme l'on fait avec la tarière, on y perce de larges puits et des galeries, l'eau s'épanche au lieu de remonter, et se ramasse en si grande quantité que l'épuisement en est quelquefois au dessus de toutes nos forces et des ressources de l'art. Les machines les plus puissantes que l'on emploie dans les mines de charbon sont les pompes à feu, dont ordinairement on peut augmenter les effets autant qu'il est nécessaire pour se débarrasser des eaux, et sans qu'il en coûte d'autres frais que ceux de la construction de la machine, puisque c'est le charbon même de la mine qui sert d'aliment au feu, dont l'action, par le moyen des vapeurs de l'eau bouillante, fait mouvoir les pistons de la pompe; mais, quand la profondeur est très grande et que les eaux sont trop abondantes, cette machine, la meilleure de toutes, n'a pas encore assez de puissance pour les épuiser.

Les eaux qui coulent dans les terres voisines des mines de charbon sont de qualités différentes : il y en a de très pures et bonnes à boire; mais ce ne sont

que celles qui viennent des terres situées au dessus des charbons : celles qui se trouvent dans le fond de leur mine sont quelquefois bitumineuses, et plus souvent vitrioliques et alumineuses ; l'alun ou le vitriol martial qu'elles tiennent en dissolution sont eux-mêmes très souvent altérés par différents mélanges : mais, de quelque qualité que soient les eaux, celles qui croupissent dans la profondeur des mines les rendent souvent inabordables par les vapeurs funestes qu'elles produisent. L'air et l'eau ont également besoin d'être agités sans cesse pour conserver leur salubrité ; l'état de stagnation dans ces deux éléments est bientôt suivi de la corruption, et l'on ne sauroit donner trop d'attention, dans les travaux des mines, à la liberté de mouvement et de circulation toujours nécessaire à ces deux éléments.

Après avoir exposé les faits qui ont rapport à la nature des charbons de terre, à leur formation, leur gisement, la direction, l'étendue, l'épaisseur de leurs veines en général, il est bon d'entrer dans le détail particulier des différentes mines qui ont été et qui sont encore travaillées avec succès, tant en France que dans les pays étrangers, et de montrer que cette matière se trouve partout où l'on sait la chercher ; après quoi nous donnerons les moyens qu'il faut employer pour en faire usage et la substituer sans inconvénient au bois et au charbon de bois dans nos fourneaux, nos poêles, et nos cheminées.

Il y a dans la seule étendue du royaume de France plus de quatre cents mines de charbon de terre en pleine exploitation ; et ce nombre, quoique très considérable, ne fait peut-être pas la dixième partie de

celles qu'on pourroit y trouver. Dans toutes ou presque toutes ces mines, il y a trois ou quatre sortes de charbon : le charbon pur, qui est ordinairement au centre de la veine; le charbon pierreux, communément mêlé de plus ou moins de matières calcaires ou de grès; le charbon schisteux, et le charbon pyriteux. Ceux qui contiennent du schiste sont les plus rares de tous; et cela seul prouveroit que la substance principale du charbon ne peut être de l'argile, puisque le vrai schiste n'est lui-même qu'une argile durcie. Il y a des charbons qui se trouvent pyriteux dans toute l'épaisseur et l'étendue de leur veine; ce sont les moins propres de tous aux travaux de la métallurgie : mais comme on peut les épurer en les faisant cuire, et qu'ordinairement ils contiennent moins de bitume que les autres, ils donnent aussi moins de fumée, et conviennent souvent mieux pour l'usage des cheminées que les charbons trop chargés de bitume. La grande quantité de soufre qui se forme par la combustion des premiers ne peut qu'altérer les métaux, surtout le fer, que la plus petite quantité d'acide sulfureux suffit pour rendre aigre et cassant. Le charbon pierreux ne se trouve pas dans le centre des veines, à moins qu'elles ne soient fort minces; il est ordinairement situé le long des parois et sur le fond des bancs pierreux qui forment le toit et le sol de la veine. Les charbons schisteux sont de même situés sur le sol ou sous le toit schisteux de la veine. Ces charbons pierreux ou schisteux ne sont pas d'un meilleur usage que le charbon pyriteux, et ils ont encore le désavantage de ne pouvoir être épurés, à cause de la grande quantité de leurs parties pierreuses ou schisteuses : il ne reste

donc, à vrai dire, que le charbon de la première sorte, c'est-à-dire le charbon pur, dont on puisse faire une matière avantageusement combustible, et propre à remplacer le charbon de bois dans tous les emplois qu'on en peut faire.

Et dans ce charbon de la première sorte, et le meilleur de tous, on distingue encore celui qui se tire en gros blocs, que l'on appelle *charbon pérat*, dont la qualité est néanmoins la même que celle du charbon plus menu[1] qui se nomme *charbon maréchal*. Le charbon pérat a pris ce nom aux mines de Rive-de-Gier, et il n'est ainsi appelé que quand il est en gros morceaux : c'est par cette seule raison de son gros volume qu'il est plus estimé pour les grilles des teintures et des fourneaux ; mais il n'est pas pour cela d'une qualité supérieure au charbon *maréchal*, car l'un et l'autre se tirent de la même veine, et l'on distingue par le volume trois sortes de charbon : le *pérat* est celui qui arrive à la superficie du terrain en gros morceaux et sans être brisé ; le second, qui est en morceaux de médiocre grosseur, se nomme *charbon grêle;* et ce n'est que celui qui est émietté, ou qui est composé des débris des deux autres, qu'on appelle *charbon maréchal*. Le bon charbon pèse de cinquante-cinq à soixante livres le pied cube ; mais cette estimation est difficile à faire avec précision, surtout pour le charbon qui se brise en le tirant. Les charbons les plus pesants sont souvent les plus mauvais, parce que leur grande pesanteur ne vient que de la grande quantité de parties pyriteuses, terreuses,

1. *Charbon pérat* est une dénomination locale qui signifie *charbon pierreux* ou *charbon de pierre*.

ou schisteuses, qu'ils contiennent. Les charbons trop légers pèchent par un autre défaut ; c'est de ne donner que peu de chaleur en brûlant et de se consumer trop vite. Pour que la qualité du charbon soit parfaite, il faut que la matière végétale qui en fait le fonds ait été bituminisée dans son premier état de décomposition, c'est-à-dire avant que cette substance ait été décomposée par la pourriture ; car, quand le végétal est trop détruit, l'acide ne peut en bituminiser l'huile qui n'y existe plus. Cette matière végétale, qui n'a subi que les premiers effets de la décomposition, aura dès lors conservé toutes ses parties combustibles ; et le bitume, qui par lui-même est une huile inflammable, couvrant et pénétrant cette substance végétale, le composé de ces deux matières doit contenir, sous le même volume, beaucoup plus de parties combustibles que le bois : aussi la chaleur du charbon de terre est-elle bien plus forte et plus durable que celle du charbon végétal.

Ce que je viens de dire, au sujet de la décomposition plus ou moins grande de la matière végétale dans les charbons de terre, peut se démontrer par les faits. On trouve au dessus de quelques mines de charbon des bois fossiles, dans lesquels l'organisation est presque aussi apparente que dans les arbres de nos forêts ; ensuite on trouve très communément des veines d'autres bois qui ne diffèrent guère des premiers que par le bitume qu'ils contiennent, et dans lesquels l'organisation est encore très reconnoissable : mais à mesure qu'on descend, les traits de cette organisation s'oblitèrent, et il n'en reste que peu ou point d'indices dans la suite de la veine. Il arrive souvent

que cette bonne veine porte sur une autre veine de mauvais charbon terreux et pourri, parce que sa substance végétale, s'étant pourrie trop promptement, n'a pu s'imprégner d'une assez grande quantité de bitume pour se conserver. On doit donc ajouter cette cinquième sorte de charbon aux quatre premières, sous le nom de *charbon terreux*, parce qu'en effet sa substance n'est qu'un terreau pourri. Enfin une sixième sorte est le charbon le plus compacte, que l'on pourroit appeler *charbon de pierre* à cause de sa dureté; il contient une grande quantité de bitume, et le fonds paroît en être de terre limoneuse, parce qu'il laisse après la combustion une scorie vitreuse et boursouflée; et lorsque le limon ou le terreau se trouve en trop grande quantité ou avec trop peu de bitume, ces charbons ainsi composés ne sont pas de bonne qualité : ils donnent également beaucoup de scories ou mâchefer par la combustion : mais tous deux sont très bons lorsqu'ils ne contiennent qu'une petite quantité de terre et beaucoup de bitume.

On trouve donc dans ces immenses dépôts accumulés par les eaux la matière végétale dans tous ses états de décomposition; et cela seul suffiroit pour qu'il y eût des charbons de qualités très différentes. La quantité de cette matière anciennement accumulée dans les entrailles de la terre est si considérable, qu'on ne peut en faire l'estimation autrement que par comparaison. Or, une bonne mine de charbon fournit seule plus de matière combustible que les plus vastes forêts; et il n'est pas à craindre que l'on épuise jamais ces trésors de feu, quand même l'homme, venant à manquer de bois, y substitueroit

le charbon de terre pour tous les usages de sa consommation.

Les meilleurs charbons de France sont ceux du Bourbonnois, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, et du Hainaut; on en trouve aussi d'assez bons dans le Lyonnois, l'Auvergne, le Limosin, et le Languedoc : ceux qu'on connoît en Dauphiné ne sont que de médiocre qualité. Nous croyons devoir donner ici les notices que nous avons recueillies sur quelques unes des mines principales qui sont actuellement en exploitation.

On tire d'assez bon charbon de la mine d'Épinac, qui est située en Bourgogne, près du village de Résille, à quatre lieues d'Autun; on y connoît plusieurs veines qui se dirigent toutes de l'est à l'ouest, s'inclinant au nord de trente à trente-cinq degrés[1]. Celle qu'on exploite actuellement n'a pas d'épaisseur réglée : elle a ordinairement sept à huit pieds, quelquefois douze à quinze; d'autres fois elle n'en a que quatre. Son mur a toute la consistance nécessaire; mais le toit, composé d'un schiste friable et d'une terre limoneuse que l'eau dissout facilement, s'écrouleroit bientôt si on ne l'étayoit par de bons boisages et par des massifs pris dans la veine même. Le charbon de cette mine est très pyriteux : aussi n'est-il nullement propre aux usages des forges, la quantité de

1. La mine de Champagney, près de Béfort en Alsace, est inclinée de quarante-cinq degrés. Plus les terrains sont bas, moins généralement les veines de charbon de terre sont inclinées; elles sont même horizontales dans les pays de plaine, et ce n'est que dans les montagnes qu'elles sont violemment inclinées; au reste, l'inclinaison des mines n'est nulle part aussi marquée et aussi singulière que dans le pays de Liége.

soufre que produisent les pyrites devant corroder et détruire le fer ; cependant il se trouve dans l'épaisseur de la veine de petits lits de très bon charbon, qui seroit propre à la forge s'il étoit extrait et trié avec soin.

La mine de Mont-Cenis, ainsi que celle de Blansy et autres des environs, sont dirigées de l'est à l'ouest, et s'inclinent vers le nord de vingt-cinq ou trente degrés. On exploite deux veines principales, dont les épaisseurs varient depuis dix jusqu'à quarante-cinq pieds. La première extraction, comme celle de la plupart de nos mines de France, a été mal conduite ; on l'a commencée par la tête de la veine, en sorte que les ouvriers sont souvent exposés à percer dans les ouvrages supérieurs, et à y éprouver des éboulements. Le lit de cette mine de Mont-Cenis est un schiste très dur et pyriteux, d'un pied d'épaisseur, dans lequel on voit des empreintes de plantes en grand nombre. Le charbon de la tête de cette mine est fort pyriteux, mais celui qui se tire plus profondément l'est beaucoup moins ; et, en général, ce charbon a le défaut de s'émietter à l'air : il faut donc l'employer au sortir de la minière ; car on ne peut le transporter au loin sans qu'il subisse une grande altération et ne tombe en détriments. Dans cet état de décomposition il ne donne que très peu de chaleur et se consume en peu de temps, au lieu que, dans son premier état, au sortir de la mine, il fait un feu durable.

Les mines de Rive-de-Gier, dans le Lyonnois, sont en grande et pleine exploitation. Il y a actuellement, dit M. de Grignon, plus de huit cents ouvriers occu-

pés à l'extraction du charbon par vingt-deux puits qui communiquent aux galeries des différentes minières, dont les plus profondes sont à quatre cents pieds. On tire de ces mines, comme de presque toutes les autres, trois sortes de charbon : le pérat en très gros blocs et de la meilleure qualité ; le maréchal, qui est menu et qui est séparé du banc de pérat par une couche de mauvais charbon mou ; et enfin un charbon dur, compacte, et terreux, qui est voisin du toit et des lisières de la mine. Ce toit est un schiste rougeâtre et limoneux qui brunit et noircit à mesure qu'il est plus voisin du charbon, et dans cette partie il porte un grand nombre d'empreintes de végétaux. Le charbon de ces mines de Rive-de-Gier est plus compacte et plus pesant que celui de Mont-Cenis ; son feu est plus âpre et plus durable ; il donne une flamme vive, rouge, et abondante ; il n'est que peu pyriteux, mais très bitumineux.

La plupart des mines du Forez, du Bourbonnois, de l'Auvergne, sont en amas, et non pas en veines ; elles sont donc plus faciles à exploiter : aussi l'on en tire une très grande quantité de charbon, dont il y en a de très bonne qualité. Dans le Nivernois, près de Décise, il se trouve des mines en amas et d'autres en veines. On y connoît quatre ou cinq couches ou veines régulières les unes au dessus des autres, courant parallèlement, étant depuis dix jusqu'à vingt toises de distance les unes des autres latéralement. Le charbon de ces veines ne commence à être bon qu'à quatre toises et plus de profondeur ; elles ont depuis deux pieds jusqu'à cinq pieds d'épaisseur ; leur toit est un schiste avec des impressions de plantes, et le

lit est un grès à demi décomposé. Les mines en amas du même canton sont mêlées de schiste et de grès; mais, en général, tout ce charbon est pyriteux, et quelquefois il prend feu de lui-même lorsqu'après l'extraction on le laisse exposé à l'air.

Il y a des mines de charbon dans le Quercy aux environs de Montauban; il y en a dans le Rouergue, où le territoire de Cransac, qui est d'une grande étendue, n'est pour ainsi dire qu'une mine de charbon; il y en a une autre mine à Severac-le-Castel, sur une montagne dont le charbon est pyriteux et sensiblement chargé de vitriol; une autre à Mas-de-Bannac, élection de Milhaud. On en a aussi découvert dans le bas Limosin à une lieue de Bourganeuf, dans les environs d'Argental, dans ceux de Maynac, et dans le territoire de Varets, à peu de distance de Brives. Dans toute l'étendue du terrain depuis la rive du Lot qui est en face de Levignac jusqu'à Firminy, on ne peut pas faire un pas qu'on ne trouve du charbon : dans beaucoup d'endroits on n'a pas besoin de creuser pour le tirer. Dans ce même canton il y a une masse très étendue de ce charbon, qui est minée par un embrasement souterrain; la première époque de cet incendie n'est point connue : on voit sortir une fumée fort épaisse des crevasses de cette minière enflammée. Il y a aussi en Bourgogne, au canton de la Gachère, près de Saint-Berain, une mine de charbon enflammée qui donne de la fumée et une forte odeur d'acide sulfureux; on ne peut pas toucher sans se brûler un bâton qu'on y a plongé seulement pendant une minute : ce n'est qu'une inflammation pyriteuse produite par l'eau qui séjourne dans cet endroit, et

qu'on pourroit éteindre en le desséchant [1]. Il y a encore près de Saint-Étienne en Forez une mine de charbon qui brûle depuis plus de cinq cents ans, auprès de laquelle on avoit établi une manufacture pour tirer de l'alun des récréments de cette mine brûlée; et enfin une autre auprès de Saint-Chamond, qui brûle très lentement et profondément.

En Languedoc il y a aussi beaucoup de charbon de terre. M. l'abbé de Sauvages, très bon observateur, assure qu'il en existe différentes mines dans la chaîne des collines qui s'étend depuis Anduse jusqu'à Villefort; ce qui fait une étendue d'environ dix lieues de longueur.

Dans le Lyonnois, les principaux endroits où l'on trouve du charbon de terre sont le territoire de Gravenand, celui du Mouillon, ceux de Saint-Genis-Terre-Noire, qui tous trois sont dans la même Montagne, située à un demi-quart de lieue de la ville de Rive-de-Gier, et les eaux de leurs galeries s'écoulent dans le Gier. Les terrains de Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Paul-en-Jarrest, Rive-de-Gier, et Saint-Chamond, contiennent aussi des mines de charbon. M. de La Tourette, secrétaire de l'Académie des sciences de Lyon, et correspondant de celle de Paris, a donné une description détaillée des matières qui se trouvent au dessus d'une de ces mines du Lyonnois, par laquelle il paroît que le bon charbon ne se trouve qu'à cent pieds dans certains endroits, et à cent cinquante environ dans d'autres. Il y a deux veines l'une au dessus de l'autre, dont la plus extérieure a depuis huit

1. Note communiquée par M. de Morveau, le 4 septembre 1779.

jusqu'à dix-huit pieds d'épaisseur d'un charbon propre aux maréchaux. La seconde veine n'est séparée de la première que par un lit de grès dur et d'un grain fin, de six à neuf pouces d'épaisseur; ce grès sert de toit à la seconde veine, qui a dix à quinze pieds d'épaisseur, et dont le charbon est plus compacte que celui de la première veine, mais encore plus pyriteux.

Il y a du charbon de terre en Dauphiné près de Briançon; et entre Sésanne et Sertriches, dans le même endroit où l'on tire la craie de Briançon, et à Ternay, élection de Vienne. Les charbons de Voreppe, de Saint-Laurent, de la montagne de Soyers, ainsi que ceux du village de La Motte et du Val-des-Charbonniers, qui tous se tirent pour l'usage des maréchaux, ne sont pas de bien bonne qualité. On en trouve en Provence près d'Aubagne à Pépin, route de Marocelle; mais ce charbon de la mine de Pépin répand, long-temps après avoir été tiré de la mine, une odeur particulière et désagréable.

En Franche-Comté, la mine de Champagney, à deux lieues de Béfort, est très abondante, et le charbon en est de fort bonne qualité : la veine a souvent huit pieds d'épaisseur, et elle est partout d'une égale bonté; elle paroît s'étendre dans toute la base du monticule qui la renferme. Il y a plusieurs autres mines de charbon dans les environs de Champagney, et dans quelques autres endroits de cette province [1].

1. Les mines de Ronchamp, en Franche-Comté, présentent un phénomène bien singulier, et que je n'ai vu nulle part. Dans les masses de charbon, immédiatement sous les lames de pyrites plus particulièrement que dans les couches de purs charbons, il se trouve une cou-

Il y en a aussi quelques mines en Lorraine; mais l'exploitation n'en a pas encore été assez suivie, pour qu'on juge de la qualité de ces charbons.

Il n'y a point de mines de charbon dans le Cambrésis; mais celles du Hainaut sont en grand nombre, et celle de Fresnes et d'Anzin sont devenues fameuses. On a commencé à fouiller celle de Fresnes en 1717, et celle d'Anzin en 1734. On en tire aussi aux environs de Condé. Le charbon de ces mines est en général de bonne qualité; on assure même qu'il est plus gras et qu'il dure plus au feu que celui d'Angleterre : le charbon qui se tire à Fresnes est plus compacte que les autres, et pèse un dixième et plus que celui d'Anzin. Le charbon de Quiévrain, à deux lieues et demie de Valenciennes, est aussi d'une excellente qualité. On a fouillé quelques unes de ces mines jusqu'à sept cents pieds de profondeur. M. Morand dit que dans la mine de M. des Androuins, près de Charleroy, l'eau est tirée de soixante-trois toises de profondeur, et que le charbon est placé à cent huit toises au dessous; ce qui fait en tout cent soixante-onze toises, ou mille vingt-six pieds de profondeur.

Dans l'Anjou, l'on a trouvé des mines de charbon

che légère de charbon de bois bien caractérisé par le brillant, la couleur, le tissu fibreux, une consistance pulvérulente, noircissant les doigts; et lorsqu'un morceau de houille contenant des lames de charbon de bois est épuré, qu'il est encore rouge, et que l'on souffle dessus, le charbon de terre s'éteint, et celui de bois s'embrase de plus en plus.

L'on trouve fréquemment à la toiture de ces mines, parmi le grand nombre d'impressions de plantes de toute espèce, des roseaux (bambous) de trois à quatre pouces de diamètre, aplatis, et qui ne sont point détruits ni charbonifiés. (*Lettre de M. le chevalier de Grignon à M. de Buffon.* Besançon, le 27 mai 1781.)

de terre à Concourson, à Saint-Georges de Châtel-Oison, à Doué, et à Montreuil-Bellay. Les charbons qui se tirent près de la surface du terrain ne sont pas si bons que ceux qui gisent à une plus grande profondeur; la veine a ordinairement six à sept pieds d'épaisseur. Ce charbon d'Anjou est de bonne qualité; cependant on n'a, de temps immémorial, trouvé dans cette province que des veines éparses sous des rocs placés à dix-huit pieds de profondeur, auxquels succède une terre qu'on appelle *houille*, qui est une espèce de mauvais charbon, avant-coureur du véritable : les veines y sont très sujettes aux *creins*, et par conséquent irrégulières ; il y en a cinq de reconnues : leur épaisseur est depuis un pied jusqu'à quatre, et même jusqu'à douze pieds, suivant M. de Voglie; elles paroissent être une dépendance de celle de Saumur, avec lesquelles elles se rapportent en tout. Leur direction générale est du levant au couchant.

Dans la basse Normandie, il se trouve du charbon de terre à Litry, et la veine se rencontre à peu de profondeur au dessous d'une bonne mine de fer en grains; elle se forme en plateur à quatre cents pieds. Ce charbon, mêlé de beaucoup de pyrites, n'est que d'une qualité médiocre, et il est à peu près semblable à celui qu'on apporte du Havre, et qui vient de Sunderland en Angleterre.

En Bretagne, il y a des mines considérables de charbon à Montrelais et à Languin, dans les environs de Nantes. L'on a aussi tenté des exploitations à Quimper, à Plogol, et à Saint-Brieux, et l'on aperçoit des affleurements de charbon dans plusieurs autres endroits de cette province.

On pourroit citer un grand nombre d'exemples qui prouveroient qu'il y a dans le royaume de France des charbons en aussi grande quantité et peut-être d'aussi bonne qualité qu'en aucune autre contrée du monde. Cependant, comme c'est un préjugé établi, et qui jusqu'à présent n'étoit pas mal fondé, que les charbons d'Angleterre étoient d'une qualité bien supérieure à ceux de France, il est bon de les faire connoître ; on verra que la nature n'a pas mieux traité à cet égard l'Angleterre que les autres contrées, mais que l'attention du gouvernement ayant secondé l'industrie des particuliers a rendu profitable et infiniment utile à cette nation ce qui est demeuré sans produit entre nos mains.

On distingue dans la Grande-Bretagne trois espèces de charbon de terre. Le charbon commun se tire des provinces de Newcastle, de Northumberland, de Cumberland, et de plusieurs autres; il est destiné pour le feu des cuisines de Londres, et c'est aussi presque le seul qu'on emploie à tous les ouvrages métalliques d'Angleterre.

La seconde espèce est le charbon d'Écosse; on s'en sert pour chauffer les appartements des bonnes maisons. Ce charbon est feuilleté et comme formé en bandes séparées par des couches plus petites que les bandes, et néanmoins plus marquées et plus distinctes à cause de leur éclat. Il se tire en grosses masses bien solides, d'une texture fine ; et quoique formé de bandes et de petites couches, il ne s'effeuille point : il est bitumineux et brûle librement en faisant un feu clair, et tombe en cendres.

La troisième espèce, que les Anglois appellent

culm, se trouve dans le *Glamorganshire*, et en divers endroits de cette province. C'est un charbon fort léger, d'un tissu plus lâche, composé de filets capillaires disposés par paquets qui paroissent arrangés en quelques endroits de manière à représenter dans beaucoup de parties des feuillets assez étendus, très lisses, et très polis, lesquels, pour la plupart, affectent une forme circonscrite en portion de cercle, avec des rayons divergents. Ce charbon est peu ou presque point pyriteux; il brûle aisément et fait un feu vif, ardent, et âpre. Dans la province de Cornouailles il est d'un très grand usage, particulièrement pour la fonte des métaux, à laquelle on l'applique de préférence.

On trouve dans les comtés de Lancaster et de Chester une espèce de charbon qu'on n'apporte pas à Londres; c'est le *kennel* ou *candle-coal :* communément il sert de pierre à marquer, de même que ce qu'on appelle le *charbon de toit.* Il se tire en grosses masses très solides, d'une texture extrêmement fine et d'un beau noir luisant comme le jayet. Ce charbon ne contient aucune portion pyriteuse; il est si pur et si doux, qu'on peut le tourner et le polir pour faire des plateaux d'encrier, des tablettes, etc. L'on aperçoit sur certains morceaux des couches concentriques, comme on en trouveroit dans un tronçon de bois. Ce charbon brûle facilement et se réduit en cendres.

On doit encore ajouter à ces charbons d'Angleterre celui qu'on appelle *flint-coal*, parce qu'il est presque aussi dur que la pierre, et que ses fractures sont luisantes comme celles du verre. La veine de ce charbon a deux à trois pieds d'épaisseur, et se trouve dans les environs de la Severne, au dessous de la veine

principale qui fournit le *best-coal* ou le meilleur charbon : il faut y joindre aussi le *flew-coal* des mines de Wedgbery dans la province de Stafford.

Il est fait mention dans les *Transactions philosophiques de Londres*, année 1683, de quelques mines de charbon, de leur inclinaison, etc. M. Beaumont en cite six qui probablement n'en font qu'une, puisqu'on les trouve toutes dans un espace de cinq milles d'Angleterre au nord de *Stony-easton*. Il a vu, dit-il, dans l'une de ces mines une fente ou crevasse dont les parois étoient chargées d'empreintes de végétaux, et une autre fente toute enduite d'un bronze pyriteux formant des espèces de dendrites. Dans quelques unes de ces mines, les lits horizontaux étoient comme dorés du soufre qu'elles contiennent. Il observe, comme chose en effet singulière, qu'on a trouvé deux ou trois cents livres de bonne mine de plomb dans l'une de ces mines de charbon. Il ajoute que, de l'autre côté de *Stony-easton*, c'est-à-dire au sud-est, à deux milles de distance, on voit le commencement d'une mine de charbon, dont la première veine se divise en plusieurs branches à la distance de quatre milles vers l'orient; que cette mine, dont on tire beaucoup de charbon, exhale continuellement des vapeurs enflammées qui s'élèvent quelquefois jusqu'à son ouverture, et qui ont été funestes à nombre de personnes. C'est probablement au feu de ces vapeurs, lorsqu'elles s'enflamment, qu'on doit attribuer cette poussière de soufre qui dore les lits de ces veines de charbon : car on n'a trouvé du soufre en nature que dans les mines dont les vapeurs se sont enflammées, ou qui ont été elles-mêmes embrasées; on y voit des fleurs de soufre

adhérentes à leurs parois, et sous ces fleurs de soufre il se trouve quelquefois une croûte de sel ammoniac.

Les fameuses mines de Newcastle ont été examinées et décrites par M. Jars, de l'Académie des Sciences, très habile minéralogiste. Il décrit aussi quelques autres mines; celle de Whitehaven, petite ville située sur les côtes occidentales d'Angleterre, qui fait un grand commerce de charbon de terre. La montagne où s'exploite la mine a environ cent vingt toises perpendiculaires jusqu'au plus profond des travaux : on compte dans cette hauteur une vingtaine de couches différentes; mais il n'y en a que trois d'exploitables. Leur pente est communément d'une toise perpendiculaire sur six à sept toises de longueur.

La première de ces couches exploitables est séparée de la seconde par des roches d'environ quinze toises d'épaisseur; elle a depuis quatre jusqu'à cinq pieds d'épaisseur en charbon un peu pierreux et d'une qualité médiocre : on n'en extrait que pour chauffer les chaudières où l'on évapore l'eau de la mer pour en retirer le sel.

La seconde couche est de sept à huit pieds d'épaisseur; le charbon y est divisé par deux différents lits d'une terre très dure et de couleur noirâtre, qu'on nomme *mettle :* cette terre est très vitriolique et s'effleurit à l'air. La couche supérieure de *mettle* a un pied d'épaisseur, et l'inférieure seulement quatre à cinq pouces. On distingue la veine de charbon en six lits, dont les charbons portent différents noms.

Des trois grandes couches exploitables, la troisième, qui est d'environ vingt toises plus basse que la seconde, est la meilleure; elle a dix pieds d'épaisseur,

et elle est toute de bon charbon, sans aucun mélange de *mettle*.

On rencontre souvent des dérangements dans les veines, principalement dans leur inclinaison; le rocher du toit, et surtout celui du mur, font monter ou descendre la veine tout à coup. Il y a un endroit où elles sont éloignées de quinze toises perpendiculaires de la ligne horizontale; d'autres fois, ces rochers coupent presque entièrement les couches, et ne laissent apercevoir qu'un petit filet ou une trace presque imperceptible de la veine.

M. Jars fait encore mention des mines de Worsleg dans le comté de Lanscaster, dont la pente paroît être de deux toises sur sept, et dont le charbon est moins bitumineux et moins bon que celui de Newcastle, quoique la nature des rochers soit la même; mais la veine la plus profonde n'est qu'à vingt toises. Il en est de même, à tous égards, des mines du comté de Stafford.

« En Écosse, il y a, dit M. Jars, au village de Carron, près de Falkirch, plusieurs mines de charbon qui ne sont qu'à une demi-lieue de la mer.... Il y a trois couches de charbon l'une sur l'autre que l'on connoît; mais on ne sait pas s'il y en a de plus profondes... Il y en a une à quarante toises de profondeur, qui est la première; la seconde à dix toises plus bas, et la troisième à cinq toises encore au dessous de la seconde. La pente de ces couches, qui est du côté du sud, est d'une toise sur dix à douze .. Mais ces veines varient comme dans presque toutes les mines : quelquefois elles remontent et forment entre elles deux plans inclinés. Dans ce cas, la veine s'appauvrit, di-

minue en épaisseur, et est quelquefois entièrement coupée, continuant ainsi jusqu'à ce qu'elle reprenne son inclinaison ordinaire.... La seconde couche a trois et quatre pieds d'épaisseur; sa partie supérieure est composée d'un charbon dur et compacte, faisant un feu clair et agréable.... On l'envoie à Londres, où il est préféré à celui de Newcastle pour brûler dans les appartements. La partie du milieu de la couche est d'une qualité moins compacte; son charbon est feuilleté et se sépare par lames comme le *schiste*. Entre les lames il ressemble parfaitement à du poussier de charbon de bois. On y peut ramasser aussi une poudre noire, qui teint les doigts comme fait le charbon de bois.... Ce charbon, qu'on nomme *clod-coal*, est destiné pour les forges de fer. La couche inférieure est un charbon très compacte, et souvent pierreux près du mur; il se consomme dans le pays.

» Les mines de charbon de Kinneil, près de la ville de Bousron-Sloness en Écosse, sont au bord de la mer. La disposition de leurs couches et la qualité du charbon sont à peu près les mêmes qu'à Carron.

» Les environs d'Édimbourg ont aussi plusieurs mines de charbon.... Il y en a une à trois ou quatre milles du côté du sud, où il y a deux veines parallèles, d'environ quarante à cinquante degrés d'inclinaison du côté du midi; ce qui est tout-à-fait contraire à l'inclinaison des couches du rocher qu'on voit au jour et dans la mer à deux ou trois milles plus loin : ces couches sont inclinées au nord-ouest. Il en est de même des mines de charbon qu'on exploite un peu plus loin; elles ont beaucoup de rapport avec celles de Newcastle. La qualité des rochers qui composent

les couches est la même : mais le charbon est moins bon qu'à Newcastle pour la forge, parce qu'il est moins bitumineux ; il est meilleur pour les appartements. »

En Irlande, le charbon provenant de la mine de Castle-Comer, village à soixante milles sud-ouest de Dublin, brûle, dès le premier instant qu'on le met au feu, sans faire la moindre fumée. Seulement on voit une flamme bleue, fortement empreinte de soufre, qui paroît constamment au dessus du feu.

Une autre mine est celle d'Ydof, province de Leinster, et c'est la première qu'on ait découverte en Irlande; elle est si abondante, qu'elle fournit toutes les provinces voisines. Son charbon est très pesant, produit le même effet que le charbon de bois, et dure au feu bien plus long-temps.

« Dans le pays de Liége, dit M. Jars, la Meuse, qui traverse cette ville, met une grande différence dans la disposition des veines de charbon.... Elles commencent à une lieue au levant de la ville, et s'étendent jusqu'à deux lieues au delà du côté du couchant. On trouve à moitié chemin de cette distance les plus fortes exploitations.... La [illegible] des veines va plus loin du côté du couchant : la r[illegible] est que, par un dérangement total dans leur disposition, elles sont interrompues à une lieue et demie de Liége; mais elles reprennent ensuite dans une disposition presque perpendiculaire, pour continuer de la même manière pendant plusieurs lieues. Au nord de la ville, et au midi de l'autre côté de la Meuse, les veines se prolongent au plus à une demi-lieue, mais toujours dans la direction de l'est à l'ouest.... Il y a apparence que ce sont les mêmes couches, quoique leur inclinaison

change de distance en distance, tantôt au midi, tantôt au nord. En général, tous les lits de charbon et le rocher sont très irréguliers dans cette partie. »

Ce pays de Liége est peut-être de toute l'Europe la contrée la mieux fournie de charbon de terre ; c'est du moins celle où l'on a le plus anciennement exploité ces mines, et où on les a fouillées le plus profondément. Nous avons dit que leur direction générale et commune est du levant au couchant : les veines du charbon n'y sont jamais exactement en ligne droite ; elles s'élèvent et s'abaissent alternativement suivant la pente du terrain qui leur sert d'assise ; ces veines passent par dessus les rivières, et vont en s'abaissant vers la mer. Les veines que l'on fouille d'un côté d'une rivière où d'une montagne répondent exactement à celles de l'autre côté ; les mêmes couches de terre, les mêmes bancs de pierre, accompagnent les unes et les autres ; le charbon s'y trouve partout de la même espèce. Ce fait a été vérifié plusieurs fois par des sondes qui ont fait reconnoître les mêmes terres et les mêmes bancs jusqu'à quatre cents pieds de profondeur.

A une lieue et demie à l'est d'Aix-la-Chapelle, il y a plusieurs mines de charbon ; pour parvenir aux veines l'on traverse une espèce de grès fort dur, que l'on ne peut percer qu'avec la poudre : ce grès est par lits dans la même direction et inclinaison que la veine de charbon ; mais il est tout rempli de fentes ou de joints, de façon qu'il se sépare en morceaux. Au dessous du grès, on trouve une terre noire très dure de plusieurs pieds d'épaisseur ; elle sert de toit au charbon : le *mur* est de la même espèce de terre

dure; l'une et l'autre paroissent contenir des empreintes de plantes : exposée à l'air, cette terre s'effleurit et s'attendrit.

Ce charbon contient très peu de bitume; il est très pyriteux, et par conséquent nullement propre à l'usage des forges : mais il est bon pour les appartements.

En Allemagne, il y a plusieurs endroits où l'on trouve des mines de charbon; celles de Zwickau consistent en deux couches de quatre, cinq, six pieds d'épaisseur, qui ne sont séparées l'une de l'autre que par une couche mince d'argile : leur profondeur n'est qu'à environ trois toises au dessous de la surface du terrain : la veine de dessous est meilleure que celle de dessus; elles ont vingt-cinq ou trente degrés d'inclinaison. Il s'en trouve aux environs de Marienberg, en Misnie; dans plusieurs endroits du duché de Magdebourg; dans la principauté d'Anhalt, à Bernbourg; dans le cercle du Haut-Rhin, à Aï, près de Cassel; dans le duché de Meckelbourg, à Plauen; en Bohême, aux environs de Tœplitz; dans le comté de Glatz, à Hansdorf; en Silésie, à Gablan, Rottenbach, et Gottsberg; dans le duché de Schweidnitz, à Reichenstein; dans le haut Palatinat, près de Sultzbach; dans le bas Palatinat, à Bascharage, etc. Il y a, dit M. Ferber, des mines de charbon fossile à Votschberg, à cinq ou six lieues de Feistritz, et de meilleures encore à *Luim*, à dix milles de Vostchberg dans la Styrie supérieure. A quatre lieues de la ville de *Rhène*, à une demi-lieue du village d'*Ypenbure*, sur la route d'Osnabruck, on trouve des mines de charbon qu'on emploie à l'usage des salines. En sortant d'Ypenbure

on passe une montagne au nord de laquelle est un vallon, et ensuite une autre montagne, où l'on exploite les mines de charbon. A deux lieues plus loin, il y a d'autres mines qui sont environnées des mêmes rochers; on prétend que c'est la même couche de charbon qui s'y prolonge. Comme jusqu'à présent on n'a exploité qu'une seule couche de charbon, on conjecture que c'est la même qui règne dans tout le pays. On l'exploite dans cette mine à deux cents pieds de profondeur perpendiculaire; elle a une pente inclinée du couchant au levant, qui est à peu près celle de la montagne. La veine a communément deux pieds et demi d'épaisseur en charbon qui paroît être de très bonne qualité, quoiqu'il y ait quelques morceaux dans lesquels on aperçoive des lames de pyrites. Cette veine est précédée d'une couche de terre noire; et cette couche, entremêlée de quelques petits morceaux de charbon, a un pied et demi, deux, et trois pieds d'épaisseur. Le toit qui recouvre la veine est un lit de six, huit, dix pouces d'épaisseur de graviers réunis en pierre assez dure, au dessus duquel est le grès disposé par bancs.

On trouve aux environs de *Vétine*, petite ville des états du roi de Prusse, plusieurs mines de charbon; elles sont situées sur le plateau d'une colline fort étendue : elles sont au nombre de plus de vingt actuellement en exploitation. Une de ces mines qui a été visitée par M. Jars, et qui est à trois quarts de lieue de Vétine, a trente-neuf toises de profondeur; savoir, vingt-six toises depuis la surface de la terre jusqu'à la première veine de charbon, onze toises depuis cette première veine jusqu'à la seconde, et deux

toises depuis la seconde jusqu'à la troisième; ce qui varie néanmoins très souvent par les dérangements que les veines éprouvent dans leur inclinaison, et qui les rapprochent plus ou moins, surtout les inférieures, qui sont quelquefois immédiatement l'une sur l'autre.

La première couche a jusqu'à huit pieds d'épaisseur; la seconde, deux pieds et demi; la troisième, un pied et demi ou deux pieds. On traverse plusieurs bancs de rochers pour parvenir au charbon, surtout un rocher rouge qui paroît être une terre sablonneuse durcie, mêlée de mica blanc : un rocher blanchâtre, semé aussi de mica blanc, se trouve plus près des veines, et les sépare entre elles; ce rocher y forme des creins qui quelquefois les coupent presque entièrement. Le rocher qui sert de toit au charbon est bleuâtre; c'est une espèce d'argile durcie, qui contient des empreintes de plantes, surtout de fougères. Celui du mur est sablonneux, d'un blanc noirâtre. Ces rochers s'attendrissent à l'air et s'y effleurissent. Les veines ont leur direction sud-est, nord-ouest, et leur pente du côté du midi. Le charbon est un peu pyriteux, mais paroît être d'assez bonne qualité. Dans la première veine on remarque un lit, de quelques pouces d'épaisseur, qui suit toujours le charbon et qui divise la veine en deux parties; c'est un charbon très pierreux.

A Dielau, la plus grande profondeur de la mine que l'on exploite est à quarante toises. Le charbon se trouve dans un filon tantôt incliné, tantôt presque perpendiculaire, et qui est coupé et détourné quelquefois par des *creins*. Le rocher dans lequel ce filon se trouve est semblable à celui de Vétine.

A Gibienstein, située à une demi-lieue de la ville de Halle en Saxe, on a trouvé une veine de charbon qui paroissoit au jour et qui a plusieurs pieds d'épaisseur ; on n'a point encore reconnu son inclinaison ni sa direction. Le charbonqu'on en tire est peu bitumineux, et mêlé avec beaucoup de pyrites ; il ressemble fort à celui de Lay en Bourbonnois. M. Hoffmann dit que cette mine s'étend bien loin sous une grande partie de la ville et du faubourg, ensuite dans les campagnes vers le midi jusqu'au bourg de Lieben, où on la rencontre souvent en faisant des puits, de même qu'à Dielau, à une lieue et demie de Halle. Sa texture est semblable à celle d'un amas de morceaux de bois ou copeaux.

En Espagne, il y a des mines de charbon de terre dans plusieurs provinces, et particulièrement en Galice, aux Asturies, dans le royáume de Léon, et aussi dans la basse Andalousie près de Séville, dans la Nouvelle-Castille, et même auprès de Madrid. M. Le Camus de Limare, l'un de nos plus habiles minéralogistes, a fait ouvrir le premier cette mine de charbon près de Madrid, et il a eu la bonté de me communiquer la notice que je joins ici [1].

1. « La mine de charbon qu'on exploite dans la basse Andalousie est située à six lieues au nord de Séville, dans le territoire du bourg de *Villanueva-del-Rio,* sur le bord de la rivière de Guezna, qui se jette dans le Guadalquivir : la veine a sa direction du levant au couchant, et son inclinaison de soixante-cinq à soixante-dix degrés au nord ; son épaisseur varie depuis trois pieds jusqu'à quatre pieds et demi. Elle fournit de très bon charbon quand on sait le séparer des nerfs et des parties terreuses dont les veines sont toujours entremêlées ; mais comme les concessionnaires actuels les font exploiter par des paysans, et qu'on met en vente indistinctement le bon et le mauvais charbon, la qualité en est décriée, le débit médiocre, et l'on préfère à Séville

En Savoie on trouve une espèce de charbon de terre d'assez mauvaise qualité, et le principal usage qu'on en fait est pour évaporer les eaux des sources salées. De toute la Suisse, le canton de Berne est le plus riche en mines de charbon. Il s'en trouve aussi dans le canton de Zurich, dans le pays de Vaud, aux environs de Lausanne : mais la plupart de ces charbons sont d'assez médiocre qualité.

En Italie, dont la plus grande partie a été ravagée par le feu des volcans, on trouve moins de charbon de terre qu'en Angleterre et en France. M. Tozzetti a donné de très bonnes observations [1] sur les bois fos-

et à Cadix le charbon qu'on tire de Marseille et d'Angleterre, quoique le double plus cher.

» Quant à celle qu'on a découverte près de Madrid, à six lieues au nord, au pied de la chaîne des montagnes de l'Escurial, sur le bord de la rivière de Mançanarez, qui passe à Madrid, c'est moi qui ai fait la première tentative en 1763, au moyen d'un puits de soixante-dix pieds de profondeur, et d'une traverse ; j'avois reconnu plusieurs veines dont la plus forte avoit six pouces d'épaisseur, toutes d'un bitume desséché, assez dur, mais terne, et brûlant foiblement : leur direction est aussi du levant au couchant avec une pente d'un pied par toise au nord-ouest; on a depuis continué ce travail, mais on n'y a pas encore trouvé de vrai charbon. »

1. Il dit que ces bois fossiles sont semblables à de gros troncs d'arbres, qui ne forment point une couche continue comme les autres matières des collines où ils se trouvent, mais qu'ils sont ordinairement séparés les uns des autres, souvent deux ensemble, et toujours d'une nature différente de celle du terrain où ils sont ensevelis. Ils sont d'une couleur extrêmement noire avec autant de lustre que le charbon artificiel ; mais ils sont plus denses et plus lourds, et surtout lorsqu'on ne fait que les tirer de la terre ; car à la longue ils perdent leur humidité et deviennent moins pesants, quoiqu'ils aillent toujours au fond de l'eau. Il est constant que, dans leur origine, ces charbons étoient des troncs d'arbres ; on ne peut manquer de s'en convaincre en les voyant dans la terre même : la plupart conservent leurs racines, et sont re-

siles de Saint-Cerbone et de Strido ; j'ai cru devoir en faire l'extrait dans la note ci-jointe, parce que les

vêtus d'une écorce épaisse et rude; ils ont des nœuds, des branches, etc. ; on y voit les cercles concentriques et les fibres longitudinales du bois. Les mêmes choses se remarquent dans les charbons du val d'*Asno di sopra* et du val de *Cecina :* ceux-ci sont seulement plus onctueux que les autres; et même le bitume dont ils sont imbibés s'est trouvé quelquefois en si grande abondance, qu'ils en ont regorgé; cette matière s'est fait jour à travers les troncs, a passé dans les racines et dans tous les vides de l'arbre, et y a formé une incrustation singulière qui imite la forme des pierreries; elle compose des couches de l'épaisseur d'une ligne au plus, partagées en petites écuelles rondes, aussi serrées l'une contre l'autre que le peuvent être des cercles : ces petites écuelles sont toutes de la même grandeur dans la même couche, et laissent apercevoir une cavité reluisante, unie, hémisphérique, qui se rétrécit par le fond, devient circulaire, ensuite cylindrique, et se termine en plan ; chacune de ces cavités est entièrement pleine d'un suc bitumineux, consolidé comme le reste du charbon fossile : ce suc, par la partie qui déborde la cavité, est aplani; le reste prend la forme des parois qui le renferment, sans y être néanmoins attaché qu'au fond, où il finit en plan; ce qui forme un petit corps qu'on peut détacher avec peu de force, comme avec la pointe d'une épingle dont on toucheroit le bord, on le verroit sortir et montrer la figure hémisphérique en petits cylindres.

Dans le charbon qu'on tire promptement de la terre, les surfaces extérieures de ces petits corps multipliés étant aplanies et contiguës les unes aux autres, forment une croûte aplanie aussi d'un bout à l'autre; mais à mesure que le charbon se dessèche, cette croûte paroît pleine de petites fentes occasionées par le retirement de ces corps, et par leur séparation mutuelle : les couches aplanies, formées par les *pierreries*, sont irrégulières, et éparses çà et là sur le tronc du charbon fossile; elles sont, outre cela, doubles, c'est-à-dire que l'une incruste une face, l'autre une autre, et elles se rencontrent réciproquement avec les surfaces des corpuscules renfermés dans les petites écuelles. Précisément dans l'endroit où ces deux couches se rencontrent, la masse du charbon fossile reste sans liaison et comme coupée; de là vient que ces grands troncs se rompent si facilement, et se subdivisent en massifs de diverses figures et de diverses grosseurs : ces subdivisions, si aisées à faire, sont cause que dans les endroits où le char-

faits qu'il rapporte sont autant de preuves du changement des matières végétales en véritable charbon, et de la différence des formes que prend le bitume en se durcissant : mais le récit de ce savant observateur me paroît plutôt prouver que le bitume s'est formé dans l'arbre même, et a été ensuite comme extravasé, et non pas qu'un bitume étranger soit venu, comme il le croit, pénétrer ces troncs d'ar-

bon fossile se transporte, on a de la peine à comprendre que les morceaux qu'on en voit soient des portions d'un grand tronc d'arbre, comme on le reconnoît aisément dans les lieux où il se trouve.

On y voit encore plusieurs masses bitumineuses, incrustées de *pierreries*, mais détachées entièrement de l'arbre. M. Tozzetti soupçonne que, dans leur origine, elles faisoient portion d'un tronc de charbon fossile anciennement rompu, qui étoit resté enseveli dans la terre. Notre physicien ne seroit pas non plus éloigné de croire que ce fût du bitume qui, n'ayant pas trouvé une matière végétale pour s'y attacher, se seroit coagulé lui-même. Il est certain qu'en rompant quelques unes de ces coagulations détachées, on n'y découvre point les fibres longitudinales du bois, qui en sont les marques distinctives; mais on y voit seulement un amas prodigieux de globules rangés par ordre, et semblables à des rayons qui partent d'un centre et qui aboutissent à une circonférence. Il faut ajouter qu'à la surface de ces coagulations, les corpuscules qui remplissent les petites écuelles sont moins écrasés par dehors que ceux des couches formées sur les troncs des charbons fossiles; ce qui feroit croire que, dans le premier cas, ils ont eu la liberté de s'étendre autant qu'ils pouvoient, sans trouver de résistance dans des corpuscules contigus. Ce n'est pas tout : M. Tozzetti trouve encore une preuve de coagulation de bitume pur dans une autre masse toute pleine de globules, et dans laquelle il ne découvre pas la moindre trace de plante.

Telle est la nature de ces charbons fossiles; l'auteur y joint leur usage : ils ont de la peine à s'allumer; mais lorsqu'ils le sont une fois, ils produisent un feu extrêmement vif, et restent long-temps sans se consumer; d'ailleurs ils répandent une odeur désagréable qui porte à la tête et aux poumons, précisément comme le charbon d'Angleterre, et la cendre qui en résulte est de couleur de safran.

bres, et former ensuite à leur surface de petites protubérances. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est l'expérience que j'ai faite sur un gros morceau de cœur de chêne, que j'ai tenu pendant près de douze ans dans l'eau pour reconnoître jusqu'à quel point il pouvoit s'imbiber d'eau : j'ai vu se former au bout de quelques mois, et plus encore après quelques années, une substance grasse et tenace à la surface de ce bloc de bois ; ce n'étoit que son huile qui commençoit à se bituminiser. On essuyoit à chaque fois ce bloc pour avoir son poids au juste ; sans cela l'on auroit vu le bitume se former en petites protubérances dans cette substance grasse, comme M. Tozzetti l'a observé sur les troncs d'arbres de Saint-Cerbone.

On voit, dans les Mémoires de l'Académie de Stockholm, qu'il y a des mines de charbon en Suède, surtout dans la Scanie ou Gothie méridionale. Dans celles qui sont voisines de Bosrup, les couches supérieures laissent apercevoir sensiblement un tissu ligneux, et on y trouve une terre d'ombre [1] mêlée avec le charbon : il y a dans la Westrogothie une mine d'alun où l'on trouve du charbon, dont M. Morand a vu quelques morceaux qui présentoient un reste de nature ligneuse, au point que, dans quelques uns, on croit reconnoître le tissu du hêtre.

Dans un discours très intéressant sur les productions de la Russie, l'auteur donne les indications des

1. Cette terre bitumineuse, appelée quelquefois *momie végétale*, est tantôt solide, tantôt friable, et se trouve en beaucoup d'endroits ; il s'en rencontre derrière les bains de Freyenwald, dans un endroit nommé le *Trou-Noir*.

mines de charbon de terre qui se trouvent dans cette contrée.

En Sibérie, à quelque distance de la petite rivière *Selowa*, qui tombe dans le fleuve *Lena*, on trouve une mine de charbon de terre; elle est située vis-à-vis d'une île appelée *Beresowi;* elle s'étend horizontalement fort loin, et son épaisseur est de dix à onze pouces. Le charbon n'est pas d'une bonne qualité; car tant qu'il est dans la terre, il est ferme; mais aussitôt qu'il est exposé à l'air, il tombe par morceaux.

A la Chine, le charbon de terre est aussi commun et aussi connu qu'en Europe, et de tout temps les Chinois en ont fait grand usage, parce que le bois leur manque presque partout; preuve évidente de l'ancienneté de leur nombreuse population. Il en est de même du Japon, et l'on pourroit assurer qu'il existe de même des charbons de terre dans toutes les parties de l'Asie. On en a trouvé à Sumatra, aux environs de Sillida; on en connoît aussi quelques mines en Afrique et à Madagascar.

En Amérique, il y a des mines de charbon de terre comme dans les autres parties du monde. Celles du cap Breton sont horizontales, faciles à exploiter, et ne sont qu'à six ou huit pieds de profondeur : un feu qu'il n'est pas possible d'étouffer a embrasé une de ces mines, dont les trois principales sont situées, la première dans les terres de la baie de Moridiemée, la seconde dans celle de la baie des Espagnols, et la troisième dans la petite île Bras-d'Or; cette dernière a cela de particulier, que son charbon contient de l'antimoine. Le toit de ces mines est, comme partout ailleurs, chargé d'empreintes de végétaux. Il y a aussi

des mines de charbon à Saint-Domingue, à Cumana, dans la Nouvelle-Andalousie; et l'on a trouvé, en 1768, une de ces mines dans l'île de la Providence, l'une des Lucaies, où le charbon est de bonne qualité. On en connoît d'autres au Canada, dans les terres de Saquenai, vers le bord septentrional du fleuve Saint-Laurent, et dans celles de l'Acadie ou Nouvelle-Écosse. Enfin on en a vu jusque dans les terres de la baie Disko, sur la côte du Groenland.

Ainsi l'on peut trouver dans tous les pays du monde, en fouillant les entrailles de la terre, cette matière combustible, déjà très nécessaire aujourd'hui dans les contrées dénuées de bois, et qui le deviendra bien davantage à mesure que le nombre des hommes augmentera, et que le globe qu'ils habitent se refroidira; et non seulement cette matière peut en tout et partout remplacer le bois pour les usages du feu, mais elle peut même devenir plus utile que le charbon de bois pour les arts, au moyen de quelques précautions dont il est bon de faire ici mention, parce qu'elles nous donneront encore des connoissances sur les différentes matières dont ces charbons sont composés ou mélangés.

A Liége et dans les environs, où l'usage du charbon est si ancien, on ne se sert, pour le chauffage ordinaire, dans le plus grand nombre des maisons, que du menu charbon, c'est-à-dire des débris du charbon qui se tire en blocs et en masses; on sépare seulement de ces menus charbons les matières étrangères qui s'y trouvent mêlées en volume apparent, et surtout les pyrites, qui pourroient faire explosion dans le feu; et pour augmenter la quantité et la du-

rée du feu de ce charbon, on le mêle avec des terres grasses, limoneuses ou argileuses des environs de la mine, et ensuite on en fait des pelotes qu'on appelle des *hochets*, qui peuvent se conserver et s'accumuler sans s'effleurir, en sorte que chaque famille du peuple fait sa provision de hochets en été pour se chauffer en hiver.

Mais l'usage du charbon de terre, sans mélange ni addition de terre étrangère, est encore plus commun que celui de ces masses mélangées, et c'est aussi ce que nous devons considérer plus particulièrement. Avec du charbon de terre en gros morceaux et de bonne qualité le feu dure trois ou quatre fois plus long-temps qu'avec du charbon de bois : si vingt livres de bois durent trois heures, vingt livres de charbon en dureront douze. En Languedoc, dit M. Venel, les feux de bûches et de rondins de bois sec, dans les foyers ordinaires, coûtent plus du double que les pareils feux de houille faits sur les grilles ordinaires. Cet habile chimiste recommande de ne pas négliger les braises qui se détachent du charbon de terre en brûlant; car, en les remettant au feu, leur durée et leur effet correspondent au moins au quart du feu de houille neuve, et de plus ces braises ont l'avantage de ne point donner de fumée : les cendres mêmes du charbon de terre peuvent être utilement employées. M. Kurella, cité par M. Morand, dit qu'en pétrissant ces cendres seules avec de l'eau, on en peut faire des gâteaux qui brûlent aussi bien que les pelotes ou briquettes neuves, et qui donnent une chaleur d'une aussi longue durée.

On prendroit, au premier coup d'œil, la braise du

charbon de terre pour de la braise de charbon de bois brûlé : mais il faut pour cela qu'il ait subi une combustion presque entière ; car s'il n'éprouve qu'une demi-combustion pour la préparation qui le réduit en *coak*, il ressemble alors au charbon de bois qui n'a brûlé de même qu'à demi. « Cette opération, dit très bien M. Jars, est à peu près la même que celle pour convertir le bois en charbon. »

M. Jars donne, dans un autre Mémoire, la manière dont on fait les *cinders* à Newcastle, dans des fourneaux construits pour cette opération, et dont il donne aussi la description. Enfin, dans un autre Mémoire, le même académicien expose très bien les différents procédés de la cuisson du charbon de terre dans le Lyonnois, et l'usage qu'on en fait pour les mines de cuivre à Saint-Bel.

M. Gabriel Jars, de l'Académie de Lyon, et frère de l'académicien que je viens de citer, a publié un très bon *Mémoire sur la manière de préparer le charbon de terre pour le substituer au charbon de bois dans les travaux métallurgiques, mise en usage depuis l'année* 1769 *dans les mines de Saint-Bel*, dans lequel l'auteur dit, avec grande raison, que « le charbon de terre est, comme tous les autres bitumes, composé de parties huileuses et acides; que dans ces acides on distingue un acide sulfureux, auquel il croit que l'on peut attribuer principalement les déchets que l'on éprouve lorsqu'on l'emploie dans la fonte des métaux. Le soufre et les acides dégagés par l'action du feu, dans la fusion, attaquent, rongent, et détruisent les parties métalliques qu'ils rencontrent ; voilà les ennemis que l'on doit chercher à détruire : mais la

difficulté de l'opération consiste à détruire ce principe rongeur, en conservant la plus grande quantité possible de parties huileuses, phlogistiques et inflammables, qui seules opèrent la fusion, et qui lui sont unies. C'est à quoi tend le procédé dont je vais donner la méthode; on peut le nommer le *dessoufrage*. Après l'opération, le charbon minéral n'est plus à l'œil qu'une matière sèche, spongieuse, d'un gris noir, qui a perdu de son poids et acquis du volume, qui s'allume plus difficilement que le charbon cru, mais qui a une chaleur plus vive et plus durable. »

M. Gabriel Jars donne ensuite une comparaison détaillée des effets et du produit du feu des coaks, et de celui du charbon de bois, pour la fonte des minerais de cuivre : il dit que les Anglois fondent la plupart des minerais de fer avec les coaks, dont ils obtiennent un fer coulé excellent, qui se moule très bien; mais que jamais ils ne sont parvenus à en faire un bon fer forgé.

Au reste, il y a des charbons qu'il seroit peut-être plus avantageux de lessiver à l'eau que de cuire au feu, pour les réduire en coaks. M. de Grignon a proposé de se servir de cette méthode, et particulièrement pour le charbon d'Épinac : mais M. de Limare pense au contraire que le charbon d'Épinac n'étant que pyriteux, ne doit pas être lessivé, et qu'il n'y a nul autre moyen de l'épurer que de le préparer en coak; la lessive à l'eau ne pouvant servir que pour les charbons chargés d'alun, de vitriol, ou d'autres sels qu'elle peut dissoudre, mais non pas pour ceux où il ne se trouve que peu ou point de ces sels dissolubles à l'eau.

Le charbon de Mont-Cénis, quoiqu'à peu de distance de celui d'Épinac, est d'une qualité différente ; il faut l'employer au moment qu'il est tiré, sans quoi il fermente bientôt et perd sa qualité; il demande à être dessoufré par le moyen du feu, et l'on a nouvellement établi des fourneaux et des hangars pour cette opération.

Le charbon de Rive-de-Gier, dans le Lyonnois, est moins bitumineux, mais en même temps un peu pyriteux; et, en général, il est plus compacte que celui de Mont-Cénis : il est d'une grande activité; son feu est âpre et durable; il donne une flamme vive, rouge, et abondante. Son poids est de cinquante-quatre livres le pied cube, lorsqu'il est dessoufré; et dans cet état il pèse autant que le charbon brut de Saint-Chamond, qui, quoique assez voisin de celui de Rive-de-Gier, est d'une qualité très différente; car il est friable, léger, et à peu près de la même nature que celui de Mont-Cénis, à l'exception qu'il est un peu moins pyriteux. Il ne pèse cru que cinquante-quatre livres le pied cube, et ce poids se réduit à trente-six lorsqu'il est dessoufré.

De toutes les méthodes connues pour épurer le charbon, celle qui se pratique aux environs de Gand est l'une des meilleures : on se sert des charbons crus de Mons et de Valenciennes; et le coak est si bien fait, dit M. de Limare, qu'on s'en sert sans inconvénient dans les blanchisseries de toile fine et de batiste : on l'épure dans des fourneaux entourés de briques, où l'on a ménagé des registres pour diriger l'air et le porter aux parties qui en ont besoin. Mais on assure que la méthode du sieur Ling, qui a mérité l'approbation

du gouvernement, est encore plus avantageuse ; et je ne puis mieux terminer cet article qu'en rapportant le résultat des expériences qui ont été faites à Trianon, le 12 janvier 1779, avec du charbon du Bourbonnois dessoufré à Paris par cette méthode du sieur Ling, par lesquelles expériences il est incontestablement prouvé que le charbon préparé par ce procédé a une grande supériorité sur toutes les matières combustibles, et particulièrement sur le charbon cru, soit pour le chauffage ordinaire, soit pour les arts de métallurgie, puisque ces expériences démontrent :

1° Que le charbon ainsi préparé, quoique diminué de masse par l'épurement, tient le feu bien plus longtemps qu'un volume égal de charbon cru;

2° Qu'il a infiniment plus de chaleur, puisque, dans un temps donné et égal, des masses de métal de même volume acquièrent plus de chaleur sans se brûler ;

3° Que ce charbon de terre préparé est bien plus commode pour les ouvriers, qui ne sont point incommodés des vapeurs sulfureuses et bitumineuses qui s'exhalent du charbon cru ;

4° Que ce charbon préparé est plus économique, soit pour le transport, puisqu'il est plus léger, soit dans tous les usages qu'on en peut faire, puisqu'il se consomme moins vite que le charbon cru ;

5° Que la propriété précieuse que le charbon préparé par cette méthode a d'adoucir le fer le plus aigre, et de l'améliorer, doit lui mériter la préférence non seulement sur le charbon cru, mais même sur le charbon de bois;

6° Enfin que le charbon de terre épuré par cette méthode peut servir à tous les usages auxquels on

emploie le charbon de bois, et avec un très grand avantage, attendu que quatre livres de ce charbon épuré font autant de feu que douze livres de charbon de bois.

* Nous avons distingué deux sortes de charbons de terre : l'un, que l'on nomme *charbon sec*, qui produit en brûlant une flamme légère, et qui diminue de poids et de volume en se convertissant en braise ; et l'autre, que l'on appelle *charbon collant*, qui donne une chaleur plus forte, se gonfle et s'agglutine en brûlant. Nous croyons devoir ajouter à ce sujet des observations importantes qui nous ont été communiquées par M. Faujas de Saint-Fond [1]. Ce savant naturaliste distingue comme nous le charbon sec du charbon collant ; mais il a remarqué de plus dans les différentes mines qu'il a examinées en France, en Angleterre, et en Écosse, que ces deux sortes de charbon de terre étoient attachées chacune à un sol d'une nature particulière, et que les charbons secs ne se trouvoient que dans les terrains calcaires, tandis qu'au contraire on ne rencontroit le charbon collant que dans les terrains granitiques et schisteux : et voici, d'après M. Faujas, quelle est la qualité de ces deux charbons, et de quelle manière chacune d'elles se présente.

Le charbon sec étant en masse continue peut se tirer en gros morceaux : il est, comme les autres charbons, disposé par lits alternatifs. Si l'on examine avec attention les lits supérieurs, on y reconnoît les caractères du bois, et on y trouve quelquefois des coquilles

1. Lettre de M. Faujas de Saint-Fond à M. le comte de Buffon, datée de Montélimart, 10 janvier 1786.

bien conservées, et dont la nacre n'a été que peu altérée. Lorsqu'on est parvenu aux couches inférieures, la qualité du charbon devient meilleure; son tissu est plus serré, sa substance plus homogène : il offre dans sa cassure des surfaces lisses et souvent brillantes comme celle du jayet; et s'il n'en a pas le luisant, son grain est uni, serré, et n'est jamais lamelleux.

Ce charbon sec, lorsqu'il est de bonne qualité, répand en brûlant une flamme vive, légère, bleuâtre à son sommet, assez semblable à celle du bois ordinaire; et l'on observe qu'à mesure que ce charbon s'embrase, il se gerce et se fend en plusieurs sens : il perd au moins un tiers de son volume et de son poids en se convertissant en braise, et ses cendres sont blanches comme celles du bois.

M. Faujas m'a fait voir des charbons secs qui, après avoir été épurés, présentent évidemment les fibres ligneuses et même les couches concentriques du bois, qu'il étoit difficile d'y reconnoître avant que leur organisation eût été mise à découvert par l'épurement.

Lorsqu'on fait brûler ce charbon, son odeur est en général plus ou moins désagréable et forte, suivant les diverses qualités de ce minéral : quelquefois elle est très foible; mais souvent elle est empyreumatique, ou fétide et nauséabonde, ou la même que celle du foie de soufre volatil. Au reste, M. Faujas observe que ces charbons secs, quoique moins bitumineux en apparence que les charbons collants, le sont réellement davantage, et qu'ils produisent par leur distillation un cinquième de plus de bitume, et un tiers de plus d'eau alcalisée.

Le charbon *collant*, qu'on appelle aussi *charbon gras*, diffère du charbon *sec* en ce qu'il se boursoufle en brûlant, tandis que le charbon sec fait retraite. Ce charbon collant augmente de volume au moins d'un tiers; il présente des pores ou cavités semblables à ceux d'une lave spongieuse, et que l'on reconnoît très aisément lorsqu'il est éteint. C'est après avoir été ainsi dépouillé de son eau, de l'alcali volatil, et du bitume, qu'il porte le nom de *charbon épuré* en France, et de *coak* en Angleterre : il se réduit en une cendre grise; et soit qu'on l'emploie, dans les fourneaux, en gros morceaux ou en poussière, il s'agglutine et se colle fortement, de manière à ne former qu'une masse qu'on est obligé de soulever et de rompre, afin que l'air ne soit pas intercepté par cette masse embrasée, et que le feu ne perde pas son activité.

Ce charbon collant produit une flamme qui s'élève moins, mais qui est beaucoup plus vive et plus âpre que celle du charbon sec; il donne une chaleur plus forte et beaucoup plus durable; il en sort une fumée plus résineuse qu'alcalescente, qui n'a point l'odeur fétide de la plupart des charbons secs, et même, lorsqu'elle est très atténuée, elle répand une sorte d'odeur de succin. Ce charbon est composé de petites lames fort minces, très luisantes, et placées sans ordre; et si ces lames sont peu adhérentes, le charbon est très friable : il est connu alors dans la Flandre sous le nom de *houille*, et sous celui de *menu poussier* dans les mines du Forez et du Lyonnois : mais d'autres fois ces lames, plus solides et plus adhérentes entre elles, donnent à ce charbon une continuité ferme, et qui permet de le détacher en gros mor-

ceaux. Ce charbon solide est celui qui est le plus recherché; ses lames sont assez souvent disposées en stries longitudinales, et d'un noir très brillant : mais le luisant de ce charbon diffère de celui du charbon sec en ce que ce dernier, quoique très luisant, a un grain serré et uni, dont le poli naturel est comme onctueux, tandis que les lames du charbon collant ont une apparence vitreuse et brillante. M. Faujas a aussi observé qu'il se trouve quelquefois du charbon collant dans lequel la matière bitumineuse paroît affecter la forme cubique, et il dit que l'on rencontre, particulièrement dans les charbons des environs d'Édimbourg et de Glascow, des morceaux qui ne paroissent être composés que d'une multitude de petits cubes bitumineux engagés les uns dans les autres, mais qui se détachent facilement.

L'on trouve aussi, dans ces charbons collants, tantôt des parcelles ligneuses bien caractérisées, tantôt des bois pyritisés, et surtout diverses empreintes de végétaux semblables à des roseaux et à d'autres plantes dont il seroit assez difficile de déterminer exactement les espèces. Toutes ces empreintes sont en relief d'un côté, et en creux de l'autre; la substance de la plante a disparu, soit qu'elle ait été détruite par la pourriture, ou qu'elle se soit convertie en charbon. M. Faujas remarque avec raison qu'il seroit très important de comparer ces sortes d'empreintes, et de voir s'il n'existeroit pas quelque différence entre les empreintes des charbons des terrains calcaires et celles des charbons des sols granitiques.

A l'égard de la situation des mines de charbon sec au milieu des terrains calcaires, les seuls où on les

trouve, suivant M. Faujas, cet habile minéralogiste remarque que quand une mine de charbon se trouve, par exemple, dans les parties calcaires des Alpes, au pied de quelque escarpement entièrement dépouillé de terre végétale, et où la terre est à nu, l'on aperçoit tout d'un coup l'interruption de la roche calcaire dans l'endroit où se rencontre le charbon, dont les premières couches gisent sous une espèce de monticule d'argile pure ou marneuse, ou mêlée de sable quartzeux; la sonde en tire de l'argile plus ou moins pure, du charbon, de la pierre calcaire ordinairement feuilletée, quelquefois des bois charbonifiés qui conservent leurs caractères ligneux, et qui sont mêlés avec des coquilles : ces premières couches sont suivies d'autres lits d'argile, de pierres calcaires ou de charbons, dont l'épaisseur varie. L'inclinaison de ces couches est la même que celle de la base sur laquelle elles s'appuient, et il est important de remarquer que l'on trouve souvent à de grandes profondeurs la matière même du charbon adhérente à la pierre calcaire, et que, dans les points de contact, les molécules du charbon sont mêlées et confondues avec celles de la pierre, de manière qu'on doit rapporter à la même époque la formation de ces pierres calcaires et celle du charbon.

Mais au contraire les mines de charbon *collant*, qui sont situées dans les montagnes granitiques ou schisteuses, ont été déposées dans des espèces de bassins où les courants de la mer ont transporté les argiles, les sables, les micas, avec les matières végétales; quelquefois les flots ont entraîné des pierres de diverses espèces, et en ont formé ces amas de cailloux roulés

qu'on trouve au dessus ou au dessous des charbons collants; d'autres fois les bois et autres végétaux ont été accumulés sur les sables ou sur les argiles, où ils ont formé des couches parallèles lorsqu'ils ont été déposés sur un sol uni et horizontal, et n'ont formé que des pelotons ou des masses irrégulières, et des lits tortueux, interrompus, et inclinés, lorsqu'ils ont été déposés sur une base inégale ou inclinée; et l'on doit observer que jamais le charbon collant ne porte immédiatement sur le granite. M. Faujas a observé qu'il existe constamment une couche de grès, de sable quartzeux, ou de pierres vitreuses, roulées et arrondies par le frottement entre les granites et les couches de charbon; et si ces mêmes couches renferment des lits intermédiaires d'argile en masse ou d'argile feuilletée, ces argiles sont également séparées du granite par les sables, les grès, les pierres roulées, ou par d'autres matières provenant de la décomposition des roches vitreuses : telles sont les différences que l'on peut remarquer, suivant M. Faujas, entre les charbons secs et les charbons collants, tant pour leur nature que pour leur gisement dans les terrains calcaires et dans les terrains granitiques et schisteux. Ce naturaliste présume avec raison que la nature des charbons secs, toujours situés dans les terrains calcaires, tient en grande partie à leur formation contemporaine de celle des substances coquilleuses : la matière de ces charbons s'est mêlée avec la substance animale des coquillages dont les dépouilles ont formé les bancs de pierres calcaires; et les bois qui ont été convertis en charbon sec, placés au milieu de ces amas de matières alcalescentes, se sont imprégnés de

l'alcali volatil qui s'en est dégagé ; ce qui nous explique pourquoi ce charbon rend par la distillation une quantité d'alcali qui excède du double et du triple celle qu'on obtient des *charbons collants*.

L'on doit ajouter aux causes de ces différences entre les charbons collants et les charbons secs l'influence de la terre végétale, qui se trouve en très petite quantité dans le charbon sec, et entre au contraire pour beaucoup dans la formation du charbon collant ; et comme cette terre limoneuse est mêlée en plus grande quantité de matières vitreuses que de substances calcaires, il pourroit se faire, ainsi que l'a observé M. Faujas, que les charbons collants ne se trouvassent jamais que dans les terrains granitiques et schisteux : et c'est par cette raison que cette terre limoneuse, qui se boursoufle et augmente de volume lorsqu'on l'expose à l'action du feu, donne aux charbons collants la même propriété de se gonfler, de s'agglutiner, et de se coller les uns contre les autres lorsqu'on les expose à l'action du feu.

Plus on multipliera les observations sur les charbons de terre, et plus on reconnoîtra entre leurs couches, et surtout dans les lits supérieurs, des empreintes de diverses sortes de plantes. « J'ai vu, m'écrit M. de Morveau, dans toutes les mines de charbon de Rive-de-Gier, de Saint-Chamond, et de Saint-Berain, des empreintes de plantes, des prêles, des caille-laits, des joncs, dont l'écorce est très reconnoissable, et qui ont jusqu'à un pouce de diamètre, un fruit qui joue la pomme de pin, des fougères surtout en quantité. J'ai observé dans les contre-parties de ces fougères que, d'un côté, les tiges et les côtes entières

étoient en relief et les feuilles en creux, et, de l'autre côté, les côtes et les tiges en creux et les feuilles en relief : quand les schistes où sont ces empreintes sont très micacés, comme dans un morceau que j'ai trouvé à Saint-Berain, on y distingue parfaitement la substance même de la plante et des feuilles, qui y forme une pellicule noire que l'on peut détacher, quoique très mince. J'ai vu dans le cabinet de M. Le Camus, à Lyon, dans un de ces schistes de Saint-Chamond, un fruit rond de près d'un pouce d'épaisseur, dont la coupe présente trois couches concentriques; il croit que c'est une espèce de noix vomique[1]. »

Toutes ces empreintes végétales achèvent de démontrer la véritable origine des charbons de terre, qui ne sont que des dépôts des bois et autres végétaux dont l'huile s'est, avec le temps, convertie en bitume par son mélange avec les acides de la terre. Mais lorsque ces végétaux conservent plus ou moins les caractères extérieurs de leur première nature, lorsqu'ils offrent encore presque en entier leur contexture et leur configuration, et que les huiles et autres principes inflammables qu'il renferment n'ont pas été entièrement changés en bitume, ce ne sont alors que des bois ou végétaux fossiles qui n'ont pas encore toutes les qualités des charbons de terre, et qui, par leur état intermédiaire entre ces charbons et le bois ordinaire, sont une nouvelle preuve de l'origine de ces mêmes charbons qu'on ne peut rapporter qu'aux végétaux. On rencontre particulièrement de ces amas ou couches de bois fossile à Hohen et Stockhausen, dans le

1. Extrait d'une lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon, en date du 20 novembre 1779.

pays de Nassau; à Statfeld, près de Heiligenbron, dans le pays de Dillembourg en Allemagne, dans la Vétéravie, etc. Il y en a aussi en France, et on a découvert une de ces forêts souterraines entre Bourg-en-Bresse et Lons-le-Saulnier. Mais ce n'est pas seulement dans quelques contrées particulières qu'on rencontre ces bois fossiles; on en trouve dans la plupart des terrains qui renferment des charbons de terre, et en une infinité d'autres endroits. Ces bois fossiles ont beaucoup de rapports avec les charbons de terre par leur couleur, par leur disposition en couches, par les terres qui en séparent les différents lits, par les sels qu'on en retire, etc.; mais ils en diffèrent par des caractères essentiels : le peu de bitume qu'ils contiennent est moins gras que celui des charbons; leur substance végétale et les matières terreuses qu'ils renferment n'ont presque point été altérées par cette petite quantité de bitume; et enfin ces bois fossiles se rencontrent communément plus près de la surface du terrain que les charbons de terre, dont la première organisation a été souvent plus détruite, et dont les huiles ont toutes été converties en bitume.

Les bancs de schiste, d'argile, ou de grès, qui renferment et recouvrent les mines de charbons de terre, sont souvent recouverts eux-mêmes, dans les environs des anciens volcans, par des couches de laves qui ne sont quelquefois séparées des charbons que par une petite épaisseur de terre. M. Faujas a fait cette observation auprès du Puy-en-Vélay, auprès de Gensac-en-Vivarais, à Massarse dans le Nivernois, dans plusieurs endroits de l'Écosse, et particulièrement dans les mines de Glascow, et dans celles qui appartien-

nent au lord Dundonal. Ces laves ne peuvent avoir coulé sur ces couches de charbons qu'après la formation de ces charbons et leur recouvrement par la terre, qui, leur servant de toit, les a préservés de l'inflammation qu'auroit produite le contact de la lave en fusion.

Nous avons présenté l'énumération de toutes les couches de charbons de terre de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liége, avec les résultats que nous a fournis la comparaison de ces couches; nous donnons aussi, dans la note ci-dessous, l'état des couches de terre et de charbon du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Severne en Angleterre [1]. En comparant également les couches de cette mine de Caughley-lane, nous trouverons, ainsi que nous l'avions déjà conclu de la position et de la nature des couches du pays de Liége, que l'épaisseur des couches de char-

1. *Épaisseur des couches de terre du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Severne.*

	verges.	pouc.
Sable ordinaire	1	18
Gravier ou sable plus gros	2	24
Argile rouge	0	27
Pierre calcaire	4	0
Marne bleue et rouge	3	18
Argile dure, bleuâtre, qui se durcit à la superficie	0	18
Argile d'un bleu pâle ou gris de fer	1	9
Argile grise	5	18
Charbon sulfureux de mauvaise odeur	0	18
Argile d'un gris brun	3	24
Rocher avec bitume brun mêlé de veines blanches	6	0
Argile rouge fort dure	6	0
Rocher noir et gris	5	18
TOTAL	41	12

bon n'est pas relative à la profondeur où elles gisent, et nous verrons aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les couches de charbon n'influe pas sur l'épaisseur de ces couches.

Et à l'égard de la bonne ou mauvaise qualité des charbons, on remarquera, dans ces deux grands exemples, que celui qui est situé le plus profondément n'est pas le meilleur de tous; ce qui prouve qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre ne peut influer sur la nature du charbon qu'autant qu'il donne aux acides plus de temps pour convertir en bitume les huiles des végétaux enfouis; et tous les autres résultats que nous avons tirés de la nature et de la position des couches de la montagne de Saint-Gilles se trouvent confirmés par la comparaison des couches de Caughley-lane. (*Add. Buff.*)

	verges.	pouc.
De l'autre part.	41	12
Argile noire, rouge, et bleue mêlée.	7	0
Rocher gris avec pierres de mine de fer dans les interstices.	13	0
Mauvais charbon.	0	18
Argile blanchâtre unie qui couvre le meilleur charbon.	1	12
Le meilleur charbon (*best-coal*).	2	0
Rocher qui fait le mur de la veine de charbon.	0	9
Charbon dont on fait le coak pour fondre la mine de fer.	0	27
Argile blanche, couverte par le charbon.	2	0
Banc de glaise brune et noire où se trouve la mine de fer..	2	0
Pierre dure sous mine de fer.	0	18
Couche d'argile dure qui couvre la mine.	0	27
Charbon dur, luisant, mêlé de *silex* qui fait feu avec l'acier.	1	0
TOTAL GÉNÉRAL.	72	15

DU BITUME.

Quoique les bitumes se présentent sous différentes formes, ou plutôt dans des états différents, tant par leur consistance que par les couleurs, ils n'ont cependant qu'une seule et même origine primitive, mais ensuite modifiée par des causes secondaires : le naphte, le pétrole, l'asphalte, la poix de montagne, le succin, l'ambre gris, le jayet, le charbon de terre; tous les bitumes, en un mot, proviennent originairement des huiles animales ou végétales altérées par le mélange des acides : mais quoique le soufre provienne aussi des substances organisées, on ne doit pas le mettre au nombre des bitumes, parce qu'il ne contient point d'huile, et qu'il n'est composé que du feu fixe de ces mêmes substances combiné avec l'acide vitriolique.

Les matières bitumineuses sont ou solides comme le succin et le jayet, ou liquides comme le pétrole et le naphte, ou visqueuses, c'est-à-dire d'une consistance moyenne entre le solide et le liquide, comme l'asphalte et la poix de montagne : les autres substances plus dures, telles que les schistes bitumineux, les charbons de terre, ne sont que des terres végétales ou limoneuses plus ou moins imprégnées de bitume.

Le naphte est le bitume liquide le plus coulant, le plus léger, le plus transparent, et le plus inflammable. Le pétrole, quoique liquide et coulant, est or-

dinairement coloré et moins limpide que le naphte. Ces deux bitumes ne se durcissent ni ne se coagulent à l'air; ce sont les huiles les plus ténues et les plus volatiles du bitume. L'asphalte, que l'on recueille sur l'eau ou dans le sein de la terre, est gras et visqueux dans ce premier état; mais bientôt il prend à l'air un certain degré de consistance et de solidité. Il en est de même de la poix de montagne, qui ne diffère de l'asphalte qu'en ce qu'elle est plus noire et moins tenace.

Le succin, qu'on appelle aussi *karabé*, et plus communément *ambre jaune*, a d'abord été liquide, et a pris sa consistance à l'air et même à la surface des eaux et dans le sein de la terre : le plus beau succin est transparent et de couleur d'or; mais il y en a de plus ou moins opaque, et de toutes les nuances de couleur du blanc au jaune et jusqu'au brun noirâtre : il renferme souvent de petits débris de végétaux et des insectes terrestres, dont la forme est parfaitement conservée [1]; il est électrique comme la résine végétale, et par l'analyse chimique on reconnoît qu'il ne contient d'autres matières solides qu'une petite quantité de fer, et qu'il est presque uniquement composé d'huile et d'acide [2]. Et comme l'on sait d'ailleurs

1. M. Keysler dit qu'on ne voit dans le succin que des empreintes de végétaux et d'animaux terrestres, et jamais de poissons.... Cependant d'autres auteurs assurent qu'il s'y trouve quelquefois des poissons et des œufs de poissons. On m'a présenté, cette année 1778, un morceau d'environ deux pouces de diamètre, dans l'intérieur duquel il y avoit un petit poisson d'environ un pouce de longueur; mais comme la tranche de ce morceau de succin étoit un peu entamée, il m'a paru que c'étoit de l'ambre ramolli, dans lequel on a eu l'art de renfermer le petit poisson sans le déformer.

2. De deux livres de succin entièrement brûlé, M. Bourdelin n'a ob-

qu'aucune substance purement minérale ne contient d'huile, on ne peut guère douter que le succin ne soit un pur résidu des huiles animales ou végétales saisies et pénétrées par les acides; et c'est peut-être à la petite quantité de fer contenue dans ces huiles qu'il doit sa consistance et ses couleurs plus ou moins jaunes ou brunes.

Le succin se trouve plus fréquemment dans la mer que dans le sein de la terre [1], où il n'y en a que dans quelques endroits, et presque toujours en petits morceaux isolés. Parmi ceux que la mer rejette, il y en a de différents degrés de consistance, et même il s'en trouve des morceaux assez mous; mais aucun observateur ne dit en avoir vu dans l'état d'entière liquidité, et celui que l'on tire de la terre a toujours un assez grand degré de fermeté.

L'on ne connoît guère d'autre minière de succin que celle de Prusse, dont M. Neumann a donné une

tenu que dix-huit grains d'une terre brune sans saveur, saline, et contenant un peu de fer.

1. On trouve du jayet et de l'ambre jaune dans une montagne près de Bugarach en Languedoc, à douze ou treize lieues de la mer, et cette montagne en est séparée par plusieurs autres montagnes. On trouve aussi du succin dans les fentes de quelques rochers en Provence. Il s'en trouve en Sicile le long des côtes d'Agrigente, de Catane; à Bologne, vers la Marche d'Ancône; et dans l'Ombrie, à d'assez grandes distances de la mer. Il en est de même de celui que M. le marquis de Bonnac a vu tirer dans un endroit du territoire de Dantzick, séparé de la mer par de grandes hauteurs. M. Guettard, de l'Académie des Sciences, conserve dans son cabinet un morceau de succin qui a été trouvé dans le sein de la terre en Pologne, à plus de cent lieues de distance de la mer Baltique, et un autre morceau trouvé à Neubourg, à vingt lieues de distance de Dantzick : il y en a dans des lieux encore plus éloignés de la mer, en Podolie, en Volhinie : le lac Lubien de Posnanie en rejette souvent, etc.

courte description par laquelle il paroît que cette matière se trouve à une assez petite profondeur dans une terre dont la première couche est de sable, la seconde d'argile mêlée de petits cailloux de la grosseur d'un pouce, la troisième de terre noire remplie de bois fossiles à demi décomposés et bitumineux, et enfin la quatrième d'un minéral ferrugineux; c'est sous cette espèce de mine de fer que se trouve le succin par morceaux séparés et quelquefois accumulés en tas.

On voit que les huiles de la couche de bois ont dû être imprégnées de l'acide contenu dans l'argile de la couche supérieure, et qui en descendoit par la filtration des eaux; que ce mélange de l'acide avec l'huile du bois a rendu bitumineuse cette couche végétale; qu'ensuite les parties les plus ténues et les plus pures de ce bitume sont descendues de même sur la couche du minerai ferrugineux, et qu'en la traversant elles se sont chargées de quelques particules de fer, et qu'enfin c'est du résultat de cette dernière combinaison que s'est formé le succin qui se trouve au dessous de la mine de fer.

Le jayet diffère du succin en ce qu'il est opaque et ordinairement très noir : mais il est de même nature, quoique ce dernier ait quelquefois la transparence et le beau jaune de la topaze; car, malgré cette différence si frappante, les propriétés de l'un et de l'autre sont les mêmes : tous deux sont électriques; ce qui a fait donner au jayet le nom d'*ambre noir*, comme on a donné au succin celui d'*ambre jaune* : tous deux brûlent de même; seulement l'odeur que rend alors le jayet est encore plus forte, et sa fumée plus épaisse

que celle du succin. Quoique solide et assez dur, le jayet est fort léger, et on a souvent pris pour du jayet certains bois fossiles noirs, dont la cassure est lisse et luisante, et qui paroissent en effet ne différer du vrai jayet que parce qu'ils ne répandent aucune odeur bitumineuse en brûlant.

On trouve quelques minières de jayet en France; on en connoît une dans la province de Roussillon, près de Bugarach. M. de Gensanne fait mention d'une autre dans le Gévaudan, sur le penchant de la montagne près de Vebron, et d'une autre près de Rouffiac, diocèse de Narbonne, où l'on faisoit dans ces derniers temps de jolis ouvrages de cette matière. On a trouvé dans la glaise, en creusant la montagne de Saint-Germain-en-Laye, un morceau de bois fossile, dont M. Fougeroux de Bondaroy a fait une exacte comparaison avec le jayet. « On sait, dit ce savant académicien, que la couleur du jayet est noire, mais que la superficie de ses lames n'a point ce luisant qu'offre l'intérieur du morceau dans sa cassure; c'est aussi ce qu'il est aisé de reconnoître dans le morceau de bois de Saint-Germain. Dans l'intérieur d'une fente ou d'un morceau rompu, on voit une couleur d'un noir d'ivoire bien plus brillant que sur la surface du morceau. La dureté du jayet et du morceau de bois est à peu près la même; étant polis ils offrent la même nuance de couleur; tous deux brûlent et donnent de la flamme sur les charbons : le jayet répand une odeur bitumineuse ou de pétrole; certains morceaux du bois en question donnent une pareille odeur, surtout lorsqu'ils ne contiennent point de pyrites. Ce morceau de bois est donc changé en jayet, et il sert

à confirmer le sentiment de ceux qui croient le jayet produit par des végétaux. »

On trouve du très beau jayet en Angleterre dans le comté d'York et en plusieurs endroits de l'Écosse; il y en a aussi en Allemagne, et surtout à Wirtemberg. M. Bowles en a trouvé en Espagne près de *Peralegos*, « dans une montagne où il y a, dit-il, des veines de bois bitumineux qui ont jusqu'à un pied d'épaisseur... On voit très bien que c'est du bois, parce que l'on en trouve des morceaux avec leur écorce et leurs fibres ligneuses, mêlés avec le véritable jayet dur. »

Il me semble que ces faits suffisent pour qu'on puisse prononcer que le succin et le jayet tirent immédiatement leur origine des végétaux, et qu'ils ne sont composés que d'huiles végétales devenues bitumineuses par le mélange des acides; que ces bitumes ont d'abord été liquides, et qu'ils se sont durcis par leur simple desséchement, lorsqu'ils ont perdu les parties aqueuses de l'huile et des acides dont ils sont composés. Le bitume qu'on appelle *asphalte* nous en fournit une nouvelle preuve; il est d'abord fluide, ensuite mou et visqueux, et enfin il devient dur par la seule dessiccation.

L'asphalte des Grecs est le même que le bitume des Latins; on l'a nommé particulièrement *bitume de Judée*, parce que les eaux de la mer Morte et les terrains qui l'environnent en fournissent une grande quantité. Il a beaucoup de propriétés communes avec le succin et le jayet; il est de la même nature, et il paroît, ainsi que la poix de montagne, le pétrole, et le naphte, ne devoir sa liquidité qu'à une distilla-

tion des charbons de terre et des bois bitumineux qui, se trouvant voisins de quelque feu souterrain, laissent échapper les parties huileuses les plus légères, de la même manière à peu près que ces susbtances bitumineuses donnent leurs huiles dans nos vaisseaux de chimie. Le naphte, le pétrole, et le succin, paroissent être les huiles les plus pures que fournisse cette espèce de distillation; et le jayet, la poix de montagne, et l'asphalte, sont les huiles plus grossières. L'Histoire sainte nous apprend que la mer Morte, ou le lac Asphaltique de Judée, étoit autrefois le territoire de deux villes criminelles qui furent englouties : on peut donc croire qu'il y a eu des feux souterrains qui, agissant avec violence dans ce lieu, ont été les instruments de cet effet; et ces feux ne sont pas encore entièrement éteints; ils opèrent donc la distillation de toutes les matières végétales et bitumineuses qui les avoisinent, et produisent cet asphalte liquide que l'on voit s'élever continuellement à la surface du lac maudit, dont néanmoins les Arabes et les Égyptiens ont su tirer beaucoup d'utilité, tant pour goudronner leurs bateaux que pour embaumer leurs parents et leurs oiseaux sacrés; ils recueillent sur la surface de l'eau cette huile liquide, qui, par sa légèreté, la surmonte comme nos huiles végétales.

L'asphalte se trouve non seulement en Judée et en plusieurs autres provinces du Levant, mais encore en Europe, et même en France. J'ai eu occasion d'examiner et même d'employer l'asphalte de Neuchâtel; il est de la même nature que celui de Judée : en le mêlant avec une petite quantité de poix, on en compose un mastic avec lequel j'ai fait enduire, il y

a trente-six ans, un assez grand bassin au Jardin du Roi, qui depuis a toujours tenu l'eau. On a aussi trouvé de l'asphalte en Alsace, en Languedoc, sur le territoire d'Alais, et dans quelques autres endroits. La description que nous a donnée M. l'abbé de Sauvages, de cet asphalte d'Alais, ajoute encore une preuve à ce que j'ai dit de sa formation par une distillation *per ascensum*. « On voit, dit-il, régner auprès de Servas, à quelque distance d'Alais, sur une colline d'une grande étendue, un banc de rocher de marbre qui pose sur la terre et qui en est couvert : il est naturellement blanc; mais cette couleur est si fort altérée par l'asphalte qui le pénètre, qu'il est vers sa surface supérieure d'un brun clair, et ensuite très foncé à mesure que le bitume approche du bas du rocher : le terrain du dessous n'est point pénétré de bitume, à la réserve des endroits où la tranche du banc est exposée au soleil; il en découle en été du bitume qui a la couleur et la consistance de la poix noire végétale; il en surnage sur une fontaine voisine, dont les eaux ont en conséquence un goût désagréable....

» Dans le fond de quelques ravines et au dessous du rocher d'asphalte, je vis un terrain mêlé alternativement de lits de sable et de lits de charbon de pierre, tous parallèles à l'horizon. » On voit par cet exposé que l'asphalte ne se trouve pas au dessous, mais au dessus des couches ou veines bitumineuses de bois et de charbon fossiles, et que par conséquent il n'a pu s'élever au dessus que par une distillation produite par la chaleur d'un feu souterrain.

Tous les bitumes liquides, c'est-à-dire l'asphalte, la poix de montagne, le pétrole, et le naphte, cou-

lent souvent avec l'eau des sources qui se trouvent voisines des couches de bois et de charbon fossiles. A Begrede, près d'Anson en Languedoc, il y a une fontaine qui jette du bitume que l'on recueille à fleur d'eau. On en recueille de même à Gabian, diocèse de Béziers, et cette fontaine de Gabian est fameuse par la quantité de pétrole qu'elle produit : néanmoins il paroît par un Mémoire de M. Rivière, publié en 1717, et par un autre Mémoire sans nom d'auteur, imprimé à Béziers en 1752, que cette source bitumineuse a été autrefois beaucoup plus abondante qu'elle ne l'est aujourd'hui; car il est dit qu'elle a donné avant 1717, pendant plus de quatre-vingts ans, trente-six quintaux de pétrole par an, tandis qu'en 1752 elle n'en donnoit plus que trois ou quatre quintaux. Ce pétrole est d'un rouge brun foncé; son odeur est forte et désagréable; il s'enflamme très aisément, et même la vapeur qui s'en élève, lorsqu'on le chauffe, prend feu si l'on approche une chandelle ou toute autre lumière à trois pieds de hauteur au dessus : l'eau n'éteint pas ce pétrole allumé; et lors même que l'on plonge dans l'eau des mèches bien imbibées de cette huile inflammable, elles continuent de brûler quoique au dessous de l'eau. Elle ne s'épaissit ni ne se fige par la gelée, comme le font la plupart des huiles végétales; et c'est par cette épreuve qu'on reconnoît si le pétrole est pur, ou s'il est mélangé avec quelqu'une de ces huiles. A Gabian, le pétrole ne sort de la source qu'avec beaucoup d'eau qu'il surnage toujours, car il est beaucoup plus léger, et l'est même plus que l'huile d'olive. Une seule goutte de ce bitume, dit M. Rivière, versée sur une eau dormante, a occupé dans

peu de temps un espace d'une toise de diamètre tout émaillé des plus vives couleurs; et, en s'étendant davantage, il blanchit et enfin disparoît. Au reste, ajoute-t-il, cette huile de pétrole naturelle est la même que celle qui vient du succin dans la cornue vers le milieu de la distillation. »

Cependant ce pétrole de Gabian n'est pas, comme le prétend l'auteur du Mémoire imprimé à Béziers en 1752, le vrai naphte de Babylone. A la vérité, beaucoup de gens prennent le naphte et le pétrole pour une seule et même chose; mais le naphte des Grecs, qui ne porte ce nom que parce que c'est la matière inflammable par excellence, est plus pur que l'huile de Gabian ou que toute autre huile terrestre que les Latins ont appelée *petroleum*, comme huile sortant des rochers avec l'eau qu'elle surnage. Le vrai naphte est beaucoup plus limpide et plus coulant; il a moins de couleur, et prend feu plus subitement à une distance assez grande de la flamme; si l'on en frotte du bois ou d'autres corps combustibles, ils continueront de brûler quoique plongés dans l'eau. Au reste, le terrain dans lequel se trouve le pétrole de Gabian est environné, et peut-être rempli, de matières bitumineuses et de charbon de terre.

A une demi-lieue de distance de Clermont en Auvergne, il y a une source bitumineuse assez abondante, et qui tarit par intervalles. « L'eau de cette source, dit M. Le Monnier, a une amertume insupportable; la surface de l'eau est couverte d'une couche mince de bitume qu'on prendroit pour de l'huile, et qui, venant à s'épaissir par la chaleur de l'air, ressemble en quelque façon à de la poix... En examinant la na-

ture des terres qui environnent cette fontaine, et en parcourant une petite butte qui n'en est pas fort éloignée, j'ai aperçu du bitume noir qui découloit d'entre les fentes des rochers : il se sèche à mesure qu'il reste à l'air; et j'en ai ramassé environ une demi-livre; il est sec, dur et cassant, et s'enflamme aisément; il exhale une fumée noire fort épaisse, et l'odeur qu'il répand ressemble à celle de l'asphalte. Je suis persuadé que par la distillation on en retireroit du pétrole. » Ce bitume liquide de Clermont est, comme l'on voit, moins pur que celui de Gabian; et depuis le naphte, que je regarde comme le bitume le mieux distillé par la nature, au pétrole, à l'asphalte, à la poix de montagne, au succin, au jayet, et au charbon de terre, on trouve toutes les nuances et tous les degrés d'une plus ou moins grande pureté dans ces matières, qui sont toutes de même nature.

« En Auvergne, dit M. Guettard, les monticules qui contiennent le plus de bitume sont ceux du Puy de Pège (Poix) et du Puy de Cronelles : celui de Pège se divise en deux têtes, dont la plus haute peut avoir douze ou quinze pieds; le bitume y coule en deux ou trois endroits.... A côté de ce monticule se trouve une petite élévation d'environ trois pieds de hauteur sur quinze de diamètre; selon M. Ozy, cette élévation n'est que de bitume qui se dessèche à mesure quil sort de la terre : la source est au milieu de cette élévation. Si l'on creuse en différents endroits autour et dessus cette masse de bitume, on ne trouve aucune apparence de rocher. Le Puy de Cronelles, peu éloigné du précédent, peut avoir trente ou quarante pieds de hauteur : le bitume y est solide; on en voit

des morceaux durs entre les crevasses des pierres. Il en est de même de la partie la plus élevée du Puy de Pége. »

En Italie, dans les duchés de Modène, Parme, et Plaisance, le pétrole est commun ; le village de Miano, situé à douze milles de Parme, est un des lieux d'où on le tire dans certains puits construits de manière que cette huile vienne se rassembler dans le fond.

Les sources de naphte et de pétrole sont encore plus communes dans le Levant qu'en Italie; quelques voyageurs assurent qu'on brûle plus d'huile de naphte que de chandelle à Bagdad. « Sur la route de Schiras à Bender Congo, à quelques milles de Benaron vers l'orient, on voit, dit Gemelli Carreri, la montagne de Darap toute de pierre noire, d'où distille le fameux baume-momie, qui, s'épaississant à l'air, prend aussi une couleur noirâtre. Quoiqu'il y ait beaucoup d'autres baumes en Perse, celui-ci a la plus grande réputation; la montagne est gardée par ordre du roi; tous les ans les visirs de Geaxoux, de Schiras, et de Lar, vont ensemble ramasser la momie qui coule et tombe dans une conque où elle se coagule; ils l'envoient au roi sous leur cachet pour éviter toute tromperie, parce que ce baume est éprouvé et très estimé en Arabie et en Europe, et qu'on n'en tire pas plus de quarante onces par chaque année. » Je ne cite ce passage tout au long que pour rapporter à un bitume ce prétendu baume des momies. Nous avons au Cabinet du Roi les deux boîtes d'or remplies de ce baume-momie ou *mumia*, que l'ambassadeur de Perse apporta et présenta à Louis XIV; ce baume n'est que du bitume, et le présent n'avoit de mérite que dans

l'esprit de ceux qui l'ont offert [1]. Chardin parle de ce baume-momie [2], et il le reconnoît pour un bitume. Il dit qu'outre les momies ou corps desséchés qu'on trouve en Perse, dans la province de Corassan, il y a une autre sorte de momie ou bitume précieux qui distille des rochers, et qu'il y a deux mines ou deux sources de ce bitume : l'une dans la Caramanie-Déserte, au pays de Lar, et que c'est le meilleur pour les fractures, blessures, etc. ; l'autre dans le pays de Corassan. Il ajoute que ces mines sont gardées et fermées ; qu'on ne les ouvre qu'une fois l'an en présence d'officiers de la province, et que la plus grande partie de ce bitume précieux est envoyée au trésor du roi. Il me paroît plus que vraisemblable que ces propriétés spécifiques attribuées par les Persans à leur baume-momie sont communes à tous les bitumes de même consistance, et particulièrement à celui que nous appelons *poix de montagne ;* et, comme on vient de le voir, ce n'est pas seulement en Perse que l'on

1. Sa majesté Louis XIV fit demander à l'ambassadeur du roi de Perse, 1° le nom de cette drogue ; 2° à quoi elle est propre ; 3° si elle guérit les maladies tant internes qu'externes ; 4° si c'est une drogue simple ou composée. L'ambassadeur répondit, 1° que cette drogue se nomme en persan *momia;* 2° qu'elle est spécifique pour les fractures des os, et généralement pour toutes les blessures ; 3° qu'elle est employée pour les maladies internes et externes ; qu'elle guérit les ulcères internes et externes, et fait sortir le fer qui pourroit être resté dans les blessures ; 4° que cette drogue est simple et naturelle ; qu'elle distille d'un rocher dans la province de Dezar, qui est l'une des plus méridionales de la Perse ; qu'enfin on peut s'en servir en l'appliquant sur les blessures, ou en la faisant fondre dans le beurre ou dans l'huile. Cette notice étoit jointe aux deux boîtes qui renferment cette drogue.

2. Le nom de *momie* ou *mumia* en persan vient de *moum*, qui signifie *cire, gomme, onguent.*

trouve des bitumes de cette sorte, mais dans plusieurs endroits de l'Europe, et même en France, et peut-être dans tous les pays du monde, de la même manière que l'asphalte ou bitume de Judée s'est trouvée non seulement sur la mer Morte, mais sur d'autres lacs et dans d'autres terres très éloignées de la Judée. On voit en quelques endroits de la mer de Marmara, et particulièrement près d'Héraclée, une matière bitumineuse qui flotte sur l'eau en forme de filets que les nautoniers grecs ramassent avec soin, et que bien des gens prennent pour une sorte de pétrole : cependant elle n'en a ni l'odeur, ni le goût, ni la consistance; ses filets sont fermes et solides, et approchent plus en odeur et en consistance du bitume de Judée.

Dans la Thébaïde, du côté de l'est, on trouve une montagne appelée *Gebel-el-Moël*, ou montagne de l'huile, à cause qu'elle fournit beaucoup d'huile de pétrole. Oléarius et Tavernier font mention du pétrole qui se trouve aux environs de la mer Caspienne. Ce dernier voyageur dit « qu'au couchant de cette mer, un peu au dessus de Chamack, il y a une roche qui s'avance sur le rivage, de laquelle distille une huile claire comme de l'eau, jusque là que des gens s'y sont trompés, et ont cru d'en pouvoir boire ; elle s'épaissit peu à peu, et au bout de neuf ou dix jours elle devient grasse comme de l'huile d'olive, gardant toujours sa blancheur.... Il y a trois ou quatre grandes roches fort hautes, assez près de là, qui distillent aussi la même liqueur ; mais elle est plus épaisse, et tire sur le noir. On transporte cette dernière huile dans plusieurs provinces de la Perse, où le menu peuple ne brûle autre chose. » Léon l'Africain parle

de la poix qui se trouve dans quelques rochers du mont Atlas et des sources qui sont infectées de ce bitume ; ils donnent même la manière dont les Maures recueillent cette poix de montagne, qu'ils rendent liquide par le moyen du feu. On trouve à Madagascar cette même matière que Flaccour appelle *de la poix de terre* ou *bitume judaïque.* Enfin, jusqu'au Japon, les bitumes sont non seulement connus, mais très communs ; et Kæmpfer assure qu'en quelques endroits de ces îles l'on ne se sert que d'huile bitumineuse, au lieu de chandelle.

En Amérique, ces mêmes substances bitumineuses ne sont pas rares. Dampier a vu de la poix de montagne en blocs, de quatre livres pesant, sur la côte de Carthagène : la mer jette ce bitume sur les grèves sablonneuses de cette côte, où il demeure à sec ; il dit que cette poix fond au soleil, et est plus noire, plus aigre au toucher, et plus forte d'odeur que la poix végétale. Garcilasso, qui a écrit l'histoire du Pérou, et qui y étoit né, rapporte qu'anciennement les Péruviens se servoient de bitume pour embaumer leurs morts. Ainsi le bitume, et même ses usages, ont été connus de tous les temps, et presque de tous les peuples policés.

Je n'ai rassemblé tous ces exemples que pour faire voir que, quoique les bitumes se trouvent sous différentes formes dans plusieurs contrées, néanmoins les bitumes purs sont infiniment plus rares que les matières dont ils tirent leur origine ; ce n'est que par une seconde opération de la nature qu'ils peuvent s'en séparer et prendre de la liquidité : les charbons de terre, les schistes bitumineux, doivent être regar-

dés comme les grandes masses de matières que les feux souterrains mettent en distillation pour former les bitumes liquides qui nagent sur les eaux ou coulent des rochers. Comme le bitume, par sa nature onctueuse, s'attache à toute matière, et souvent la pénètre, il faut la circonstance particulière du voisinage d'un feu souterrain, pour qu'il se manifeste dans toute sa pureté ; car il me semble que la nature n'a pas d'autre moyen pour cet effet. Aucun bitume ne se dissout ni ne se délaie dans l'eau : ainsi ces eaux qui sourdent avec du bitume n'ont pu enlever par leur action propre ces particules bitumineuses ; et dès lors n'est-il pas nécessaire d'attribuer à l'action du feu l'origine de ce bitume coulant, et même à l'action du vrai feu, et non pas de la température ordinaire de l'intérieur de la terre? car il faut une assez grande chaleur pour que les bitumes se fondent, et il en faut encore une plus grande pour qu'ils se résolvent en naphte et en pétrole ; et tant qu'ils n'éprouvent que la température ordinaire, ils restent durs, soit à l'air, soit dans la terre. Ainsi tous les bitumes coulants doivent leur liquidité à des feux souterrains, et ils ne se trouvent que dans les lieux où les couches de terre bitumineuses et les veines de charbon sont voisines de ces feux qui non seulement en liquéfient le bitume, mais le distillent et en font élever les parties les plus ténues pour former le naphte et les pétroles, lesquels, se mêlant ensuite avec des matières moins pures, produisent l'asphalte et la poix de montagne, ou se coagulent en jayet et en succin.

Nous avons déjà dit que le succin a certainement été liquide, puisqu'on voit dans son intérieur des in-

sectes, dont quelques uns y sont profondément enfoncés : il faut cependant avouer que jusqu'à présent aucun observateur n'a trouvé le succin dans cet état de liquidité ; et c'est probablement parce qu'il ne faut qu'un très petit temps pour le consolider. Ces insectes s'y empêtrent peut-être lorsqu'il distille des rochers, et lorsqu'il surnage sur l'eau de la mer, où la chaleur de quelque feu souterrain le sublime en liqueur, comme l'huile de pétrole, l'asphalte, et les autres bitumes coulants.

Quoiqu'on trouve en Prusse et en quelques autres endroits des mines de succin dans le sein de la terre, cette matière est néanmoins plus abondante dans certaines plages de la mer : en Prusse et en Poméranie, la mer Baltique jette sur les côtes une grande quantité de succin, presque toujours en petits morceaux de toutes les nuances de blanc, de jaune, de brun, et de différents degrés de pureté ; et à la vue encore plus qu'à l'odeur, on seroit tenté de croire que le succin n'est qu'une résine comme la copale, à laquelle il ressemble. Mais le succin est également impénétrable à l'eau, aux huiles, et à l'esprit-de-vin, tandis que les résines, qui résistent à l'action de l'eau, se dissolvent en entier par les huiles, et surtout par l'esprit-de-vin. Cette différence suppose donc dans le succin une autre matière que celle des résines, ou du moins une combinaison différente de la même matière : or on sait que toutes les huiles végétales concrètes sont ou des gommes qui ne se dissolvent que dans l'eau, ou des résines qui ne se dissolvent que dans l'esprit-de-vin, on enfin des gommes-résines qui ne se dissolvent qu'imparfaitement par l'une et par l'autre ; dès

lors ne pourroit-on pas présumer, par la grande ressemblance qui se trouve d'ailleurs entre le succin et les résines, que ce n'est en effet qu'une gomme-résine dans laquelle le mélange des parties gommeuses et résineuses est si intime et en telle proportion que ni l'eau ni l'esprit-de-vin ne peuvent l'attaquer? L'exemple des autres gommes-résines, que ces deux menstrues n'attaquent qu'imparfaitement, semble nous l'indiquer.

En général, on ne peut pas douter que le succin, et tous les autres bitumes liquides ou concrets, ne doivent leur origine aux huiles animales et végétales imprégnées d'acide : mais comme, indépendamment des huiles, les animaux et végétaux contiennent des substances gélatineuses et mucilagineuses en grande quantité, il doit se trouver des bitumes uniquement composés d'huile, et d'autres mêlés d'huile et de matière gélatineuse ou mucilagineuse ; des bitumes produits par les seules résines, d'autres par les gommes-résines mêlées de plus ou moins d'acide ; et c'est à ces diverses combinaisons des différents résidus des substances animales ou végétales que sont dues les variétés qui se trouvent dans les qualités des bitumes.

Par exemple, l'ambre gris paroît être un bitume qui a conservé les parties les plus odorantes des résines dont le parfum est aromatique; il est dans un état de mollesse et de viscosité dans le fond de la mer, auquel il est attaché, et il a une odeur très désagréable et très forte dans cet état de mollesse avant son desséchement. L'avidité avec laquelle les oiseaux, les poissons, et la plupart des animaux terrestres, le recherchent et l'avalent semble indiquer que ce bi-

tume contient aussi une grande quantité de matière gélatineuse et nutritive. Il ne se trouve pas dans le sein de la terre ; c'est dans celui de la mer, et surtout dans les mers méridionales, qu'il est en plus grande quantité : il ne se détache du fond que dans le temps des plus grandes tempêtes ; et c'est alors qu'il est jeté sur les rivages. Il durcit en séchant ; mais une chaleur médiocre le ramollit plus aisément que les autres bitumes : il se coagule par le froid, et n'acquiert jamais autant de fermeté que le succin ; cependant, par l'analyse chimique, il donnent les mêmes résultats et laisse les mêmes résidus. Enfin il ne resteroit aucun doute sur la conformité de nature entre cet ambre jaune ou succin et l'ambre gris, si ce dernier se trouvoit également dans le sein de la terre et dans la mer : mais jusqu'à ce jour il n'y a qu'un seul homme qui ait dit qu'on ait trouvé de l'ambre gris dans la terre en Russie ; néanmoins, comme l'on n'a pas d'autres exemples qui puissent confirmer ce fait, et que tout l'ambre gris que nous connoissons a été ou tiré de la mer ou rejeté par ses flots, on doit présumer que c'est dans la mer seulement que l'huile et la matière gélatineuse dont il est composé se trouvent dans l'état nécessaire à sa formation. En effet, le fond de la mer doit être revêtu d'une très grande quantité de substance gélatinense animale, par la dissolution de tous les corps des animaux qui y vivent et périssent[1] ;

1. M. de Montbeillard a observé, en travaillant à l'histoire des insectes, qu'il y a plusieurs classes d'animaux et insectes marins, tels que les polypes et autres, dont la chair est parfumée, et il est tout naturel que cette matière soit entrée dans la composition de l'ambre gris.

et cette matière gélatineuse doit y être tenue dans un état de mollesse et de fraîcheur, tandis que cette même matière gélatineuse des animaux terrestres, une fois enfouie dans les couches de la terre, s'est bientôt entièrement dénaturée par le desséchement ou le mélange qu'elle a subi. Ainsi ce n'est que dans le fond de la mer que doit se trouver cette matière dans son état de fraîcheur : elle y est mêlée avec un bitume liquide; et comme la liquidité des bitumes n'est produite que par la chaleur des feux souterrains, c'est aussi dans les mers dont le fond est chaud, comme celle de la Chine et du Japon, qu'on trouve l'ambre gris en plus grande quantité ; et il paroît encore que c'est à la matière gélatineuse, molle dans l'eau, et qui prend de la consistance par le desséchement, que l'ambre gris doit la mollesse qu'on lui remarque tant qu'il est dans la mer, et la propriété de se durcir promptement en se desséchant à l'air; tout comme on peut croire que c'est par l'intermède de la partie gommeuse de sa gomme-résine, que le succin peut avoir dans les eaux de la mer une demi-fluidité.

L'ambre gris, quoique plus précieux que l'ambre jaune, est néanmoins plus abondant; la quantité que la nature en produit est très considérable, et on le trouve presque toujours en morceaux bien plus gros que ceux du succin, et il seroit beaucoup moins rare s'il ne servoit point de pâture aux animaux. Les endroits où la mer le rejette en plus grande quantité dans l'ancien continent sont les côtes des Indes méridionales, et particulièrement des îles Philippines et du Japon, et sur les côtes du Pégu et de Bengale; celles de l'Afrique, entre Mozambique et la mer

Rouge, et entre le cap Vert et le royaume de Maroc.

En Amérique, il s'en trouve dans la baie de Honduras, dans le golfe de la Floride, sur les côtes de l'île du Maragnon au Brésil; et tous les voyageurs s'accordent à dire que si les chats sauvages, les sangliers, les renards, les oiseaux, et même les poissons et les crabes, n'étoient pas fort friands de cette drogue précieuse, elle seroit bien plus commune. Comme elle est d'une odeur très forte au moment que la mer vient de la rejeter, les Indiens, les Nègres, et les Américains, la cherchent par l'odorat plus que par les yeux; et les oiseaux, avertis de loin par cette odeur, arrivent en nombre pour s'en repaître, et souvent indiquent aux hommes les lieux où ils doivent la chercher. Cette odeur désagréable et forte s'adoucit peu à peu, à mesure que l'ambre gris se sèche et se durcit à l'air. Il y en a de différents degrés de consistance et de couleur différente, du gris, du brun, du noir, et même du blanc : mais le meilleur et le plus dur paroît être le gris cendré. Comme les poissons, les oiseaux, et tous les animaux qui fréquentent les eaux ou les bords de la mer, avalent ce bitume avec avidité, ils le rendent mêlé de la matière de leurs excréments; et cette matière étant d'un blanc de craie dans les oiseaux, cet ambre blanc, qui est le plus mauvais de tous, pourroit bien être celui qu'ils rendent avec leurs excréments; et de même l'ambre noir seroit celui que rendent les cétacés et les grands poissons, dont les déjections sont communément noires.

Et comme l'on a trouvé de l'ambre gris dans l'estomac et les intestins de quelques cétacés, ce seul indice a suffi pour faire naître l'opinion que c'étoit

une matière animale qui se produisoit particulièrement dans le corps des baleines, et que peut-être c'étoit leur sperme, etc.; d'autres ont imaginé que l'ambre gris étoit de la cire et du miel tombés des côtes dans les eaux de la mer, et ensuite avalés par les grands poissons, dans l'estomac desquels ils se convertissoient en ambre, ou devenoient tels par le seul mélange de l'eau marine; d'autres ont avancé que c'étoit une plante comme les champignons ou les truffes, ou bien une racine qui croissoit dans le terrain du fond de la mer : mais toutes ces opinions ne sont fondées que sur de petits rapports ou de fausses analogies. L'ambre gris, qui n'a pas été connu des Grecs ni des anciens Arabes, a été, dans ce siècle, reconnu pour un véritable bitume par toutes ses propriétés; seulement il est probable, comme je l'ai insinué, que ce bitume, qui diffère de tous les autres par la consistance et l'odeur, est mêlé de quelques parties gélatineuses ou mucilagineuses des animaux et des végétaux, qui lui donnent cette qualité particulière : mais l'on ne peut douter que le fond et même la majeure partie de sa substance ne soit un vrai bitume.

Il paroît que l'ambre gris mou et visqueux tient ferme sur le fond de la mer, puisqu'il ne s'en détache que par force dans le temps de la plus grande agitation des eaux; la quantité jetée sur les rivages, et qui reste après la déprédation qu'en font les animaux, démontre que c'est une production abondante de la nature, et non pas le sperme de la baleine, ou le miel des abeilles, ou la gomme de quelque arbre particulier. Ce bitume, rejeté, ballotté par la mer, remplit quelquefois les fentes des rochers contre les-

quels les flots viennent se briser. Robert Lade décrit l'espèce de pêche qu'il en a vu faire sur les côtes des îles Lucaies; il dit que l'ambre gris se trouve toujours en beaucoup plus grande quantité dans la saison où les vents règnent avec le plus de violence, et que les plus grandes richesses en ce genre se trouvoient entre la petite île d'Éleuthère et celle de Harbour, et que l'on ne doutoit pas que les Bermudes n'en continssent encore plus. « Nous commençâmes, dit-il, notre recherche par l'île d'Éleuthère, dans un jour fort calme, le 14 de mars, et nous rapportâmes ce même jour douze livres d'ambre gris. Cette pêche ne nous coûta que la peine de plonger nos crochets de fer dans les lieux que notre guide nous indiquoit, et nous eussions encore mieux fait si nous eussions eu des filets.... L'ambre mou se plioit de lui-même, et embrassoit le crochet de fer avec lequel il se laissoit tirer jusque dans la barque : mais, faute de filets, nous eûmes le regret de perdre deux des plus belles masses d'ambre que j'aie vues de ma vie; leur forme étant ovale, elles ne furent pas plus tôt détachées, que, glissant sur le crochet, elles se perdirent dans la mer.... Nous admirâmes avec quelle promptitude ce qui n'étoit qu'une gomme mollasse dans le sein de la mer prenoit assez de consistance en un quart d'heure pour résister à la pression de nos doigts : le lendemain, notre ambre gris étoit aussi ferme et aussi beau que celui qu'on vante le plus dans les magasins de l'Europe.... Quinze jours que nous employâmes à la pêche de l'ambre gris ne nous en rapportèrent qu'environ cent livres. Notre guide nous reprocha d'être venus trop tôt; il nous pressoit de faire le voyage

des Bermudes, assurant qu'il y en avoit encore en plus grande quantité.... qu'on en avoit tiré une masse de quatre-vingts livres pesant; ce qui cessa de m'étonner lorsque j'appris, dit ce voyageur, qu'on en avoit trouvé sur les côtes de la Jamaïque une masse de cent quatre-vingts livres. »

Les Chinois, les Japonois, et plusieurs autres peuples de l'Asie, ne font pas de l'ambre gris autant de cas que les Européens : ils estiment beaucoup plus l'ambre jaune ou succin, qu'ils brûlent en quantité par magnificence, tant à cause de la bonne odeur que sa fumée répand, que parce qu'ils croient cette vapeur très salubre et même spécifique pour les maux de tête et les affections nerveuses.

L'appétit véhément de presque tous les animaux pour l'ambre gris n'est pas le seul indice par lequel je juge qu'il contient des parties nutritives, mucilagineuses, provenant des végétaux, ou même des parties gélatineuses des animaux; et sa propriété, analogue avec le musc et la civette, semble confirmer mon opinion. Le musc et la civette sont, comme nous l'avons dit, de pures substances animales; l'ambre gris ne développe sa bonne odeur et ne rend un excellent parfum que quand il est mêlé de musc et de civette en dose convenable : il y a donc un rapport très voisin entre les parties odorantes des animaux et celles de l'ambre gris, et peut-être toutes deux sont-elles de même nature.

DE LA PYRITE MARTIALE.

Je ne parlerai point ici des pyrites cuivreuses ni des pyrites arsenicales : les premières ne sont qu'un minerai de cuivre; et les secondes, quoique mêlées de fer, diffèrent de la pyrite martiale en ce qu'elles résistent aux impressions de l'air et de l'humidité, et qu'elles sont même susceptibles de recevoir le plus vif poli. Le nom de *marcassites*, sous lequel ces pyrites arsenicales sont connues, les distingue assez pour qu'on ne puisse les confondre avec la pyrite qu'on appelle *martiale*, parce qu'elle contient une plus grande quantité de fer que tout autre métal ou demi-métal. Cette pyrite, quoique très dure, ne peut se polir et ne résiste pas à l'impression, même légère, des éléments humides; elle s'effleurit à l'air, et bientôt se décompose en entier. La décomposition s'en fait par une effervescence accompagnée de tant de chaleur, que ces pyrites amoncelées, soit par la main de l'homme, soit par celle de la nature, prennent feu d'elles-mêmes dès qu'elles sont humectées; ce qui démontre qu'il y a dans la pyrite une grande quantité de feu fixe; et comme cette matière du feu ne se manifeste sous une forme solide que quand elle est saisie par l'acide, il faut en conclure que la pyrite renferme également la substance du feu fixe et celle de

l'acide : mais comme la pyrite elle-même n'a pas été produite par l'action du feu, elle ne contient point de soufre formé, et ce n'est que par la combustion qu'elle peut en fournir[1]. Ainsi l'on doit se borner à dire que les pyrites contiennent les principes dont le soufre se forme par le moyen du feu, et non pas affirmer qu'elles contiennent du soufre tout formé. Ces deux substances, l'une de feu, l'autre d'acide, sont, dans la pyrite, intimement réunies et liées à une terre souvent calcaire qui leur sert de base, et qui toujours contient une plus ou moins grande quantité de fer; ce sont là les seules substances dont la pyrite martiale est composée : elles concourent par leur mélange et leur union intime à lui donner un assez grand degré de dureté pour étinceler contre l'acier; et comme la matière du feu fixe provient des corps organisés, les molécules organiques que cette matière a conservées tracent dans ce minéral les premiers linéaments de l'organisation en lui donnant une forme régulière, laquelle, sans être déterminée à telle ou telle figure, est néanmoins toujours achevée régulièrement, en sphères, en ellipses, en prismes, en pyramides, en aiguilles, etc.; car il y a des pyrites de toutes ces formes différentes, selon que les molécules organiques contenues dans la matière du feu ont, par leur mouvement, tracé la figure et le plan sur lequel les particules ont été forcées de s'arranger.

La pyrite est donc un minéral de figure régulière et

1. On pourra dire que la combustion n'est pas toujours nécessaire pour produire du soufre, puisque les acides séparent le même soufre, tant des pyrites que des compositions artificielles dans lesquelles on a fait entrer le soufre tout formé ; mais cette action des acides n'est-elle

de seconde formation, et qui n'a pu exister avant la naissance des animaux et des végétaux; c'est un produit de leurs détriments plus immédiat que le soufre, qui, quoiqu'il tire sa première origine de ces mêmes détriments des corps organisés, a néanmoins passé par l'état de pyrite, et n'est devenu soufre que par l'effervescence ou la combustion : or l'acide, en se mêlant avec les huiles grossières des végétaux, les convertit en bitume; et, saisissant de même les parties subtiles du feu fixe que ces huiles renfermoient, il en compose les pyrites en s'unissant à la matière ferrugineuse, qui lui est plus analogue qu'aucune autre par l'affinité qu'a le fer avec ces deux principes du soufre : aussi les pyrites se trouvent-elles sur toute la surface de la terre jusqu'à la profondeur où sont parvenus les détriments des corps organisés, et la matière pyriteuse n'est nulle part plus abondante que dans les endroits qui en contiennent les détriments, comme dans les mines de charbon de terre, dans les couches de bois fossiles, et même dans l'argile, parce qu'elle renferme les débris des coquillages et tous les premiers détriments de la nature vivante au fond des mers. On trouve de même des pyrites sous la terre végétale, dans les matières calcaires, et dans toutes celles où l'eau pluviale peut déposer la terre limoneuse et les autres détriments des corps organisés.

La force d'affinité qui s'exerce entre les parties constituantes des pyrites est si grande, que chaque pyrite a sa sphère particulière d'attraction; elles se forment ordinairement en petits morceaux séparés, et on

pas une sorte de combustion, puisqu'ils n'agissent que par le feu qu'ils contiennent?

ne les trouve que rarement en grands bancs ni en veines continues[1], mais seulement en petits lits, sans être réunies ensemble, quoique à peu près contiguës et à peu de distance les unes des autres : et lorsque cette matière pyriteuse se trouve trop mélangée, trop impure, pour pouvoir se réunir en masse régulière, elle reste disséminée dans les matières brutes, telles que le schiste ou la pierre calcaire, dans lesquelles elle semble exercer encore sa grande force d'attraction; car elle leur donne un degré de dureté qu'aucun autre mélange ne pourroit leur communiquer : les grès mêmes qui se trouvent pénétrés de la matière pyriteuse sont communément plus durs que les autres; le charbon pyriteux est aussi le plus dur de tous les charbons de terre. Mais cette dureté communiquée par la pyrite ne subsiste qu'autant que ces matières durcies par son mélange sont à l'abri de l'action des éléments humides : car ces pierres calcaires, ces grès, et ces schistes si durs, parce qu'ils sont pyriteux, perdent à l'air en assez peu de temps non seulement leur dureté, mais même leur consistance.

Le feu fixe, d'abord contenu dans les corps organisés, a été, pendant leur décomposition, saisi par l'acide, et tous deux, réunis à la matière ferrugineuse, ont formé des pyrites martiales en très grande quantité, dès le temps de la naissance et de la première mort des animaux et des végétaux : c'est à cette épo-

1. Il y a dans le comté d'Alais en Languedoc une masse de pyrites de quelques lieues d'étendue, sur laquelle on a établi deux manufactures de vitriol : il y a aussi près de Saint-Dizier en Champagne un banc de pyrites martiales dont on ne connoît pas l'étendue; et ces pyrites en masses continues sont posées sur un banc de grès.

que, presque aussi ancienne que celle de la naissance des coquillages, qu'il faut rapporter le temps de la formation des couches de la terre végétale et du charbon de terre, et aussi les amas de pyrites qui ont fait, en s'échauffant d'elles-mêmes, le premier foyer des volcans. Toutes ces matières combustibles sont encore aujourd'hui l'aliment de leurs feux, et la matière première du soufre qu'ils exhalent; et comme avant l'usage que l'homme a fait du feu rien ne détruisoit les végétaux que leur vétusté, la quantité de matière végétale accumulée pendant ces premiers âges est immense : aussi s'est-il formé des pyrites dans tous les lieux de la terre, sans compter les charbons, qui doivent être regardés comme les restes précieux de cette ancienne matière végétale, qui s'est conservée dans son baume et son huile, devenue bitume par le mélange de l'acide.

Le bitume et la matière pyriteuse proviennent donc également des corps organisés; le premier en est l'huile, et la seconde la substance du feu fixe, l'un et l'autre saisis par l'acide : la différence essentielle entre le bitume et la pyrite martiale consiste en ce que la pyrite ne contient point d'huile, mais du feu fixe, de l'acide, et du fer; or nous verrons que le fer a la plus grande affinité avec le feu fixe et l'acide, et nous avons déjà démontré que ce métal, contenu en assez grande quantité dans tous les corps organisés, se réunit en grains et se régénère dans la terre végétale, dont il fait partie constituante. Ce sont donc ces mêmes parties ferrugineuses disséminées dans la terre végétale, que la pyrite s'approprie dans sa formation, en les dénaturant au point que, quoique contenant une grande

quantité de fer, la pyrite ne peut pas être mise au nombre des mines de fer, dont les plus pauvres donnent plus de métal que les pyrites les plus riches ne peuvent en rendre, surtout dans les travaux en grand, parce qu'elles brûlent plus qu'elles ne fondent, et que, pour en tirer le fer, il faudroit les griller plusieurs fois; ce qui seroit aussi long que dispendieux, et ne donneroit pas encore une aussi bonne fonte que les vraies mines de fer.

La matière pyriteuse contenue dans la couche universelle de la terre végétale est quelquefois divisée en parties si ténues, qu'elle pénètre avec l'eau non seulement dans les joints des pierres calcaires, mais même à travers leur masse, et que, se rassemblant ensuite dans quelque cavité, elle y forme des pyrites massives. M. de Lassone en cite un exemple dans les carrières de Compiègne, et je puis confirmer ce fait par plusieurs autres semblables. J'ai vu, dans les derniers bancs de plusieurs carrières de pierre et de marbre, des pyrites en petites masses et en grand nombre, la plupart plates et arrondies, d'autres anguleuses, d'autres à peu près sphériques, etc.; j'ai vu qu'au dessous de ce dernier banc de pierre calcaire qui étoit situé sous les autres, à plus de cinquante pieds de profondeur, et qui portoit immédiatement sur la glaise, il s'étoit formé un petit lit de pyrites aplaties entre la pierre et la glaise, j'en ai vu de même dans l'argile à d'assez grandes profondeurs, et j'ai suivi dans cette argile la trace de la terre végétale avec laquelle la matière pyriteuse étoit descendue par la filtration des eaux. L'origine des pyrites martiales, en quelque lieu qu'elles se trouvent, me paroît donc bien constatée;

elles proviennent, dans la terre végétale, des détriments des corps organisés lorsqu'ils se rencontrent avec l'acide, et elles se trouvent partout où ces détriments ont été transportés anciennement par les eaux de la mer, ou infiltrés dans des temps plus modernes par les eaux pluviales.

Comme les pyrites ont un poids presque égal à celui d'un métal, qu'elles ont aussi le luisant métallique, qu'enfin elles se trouvent quelquefois dans les terrains voisins des mines de fer, on les a souvent prises pour de vraies mines. Cependant il est très aisé de ne s'y pas méprendre, même à la première inspection; car elles sont toutes d'une figure décidée, quoique irrégulière et souvent différente : d'ailleurs on ne les trouve guère mêlées en quantité avec la mine de fer en grains; s'il s'en rencontre dans les mines de fer en grandes masses, elles s'y sont formées, comme dans les bancs de pierre, par la filtration des eaux : elles sont aussi plus dures que les mines de fer; et lorsqu'on les mêle au fourneau, elles les dénaturent ou les brûlent au lieu de les faire fondre. Elles ne sont pas disposées, comme les mines de fer, en amas et en couches, mais toujours dispersées, ou du moins séparées les unes des autres, même dans les petits lits où elles sont le plus contiguës.

Lorsqu'elles se trouvent amoncelées dans le sein de la terre, et que l'humidité peut arriver à leur amas, elles produisent les feux souterrains dont les grands effets nous sont représentés par les volcans, et les moindres effets par la chaleur des eaux thermales et par les sources de bitume fluide que cette chaleur élève par distillation.

La pyrite, qui paroît n'être qu'une matière ingrate et même nusible, est néanmoins un des principaux instruments dont se sert la nature pour reproduire le plus noble de tous ses éléments; elle a renfermé dans cette matière vile le plus précieux de ses trésors, ce feu fixe, ce feu sacré qu'elle avoit départi aux êtres organisés, tant par l'émission de la lumière du soleil que par la chaleur douce dont jouit en propre le globe de la terre.

Je renvoie aux articles suivants ce que nous avons à dire tant au sujet des marcassites que sur les pyrites jaunes cuivreuses, les blanches arsenicales, les galènes du plomb, et en général sur les minerais métalliques, dont la plupart ne sont que des pyrites plus ou moins mêlées de métal.

FIN DU SIXIÈME VOLUME.

TABLE

DES ARTICLES

CONTENUS

DANS LE SIXIÈME VOLUME.

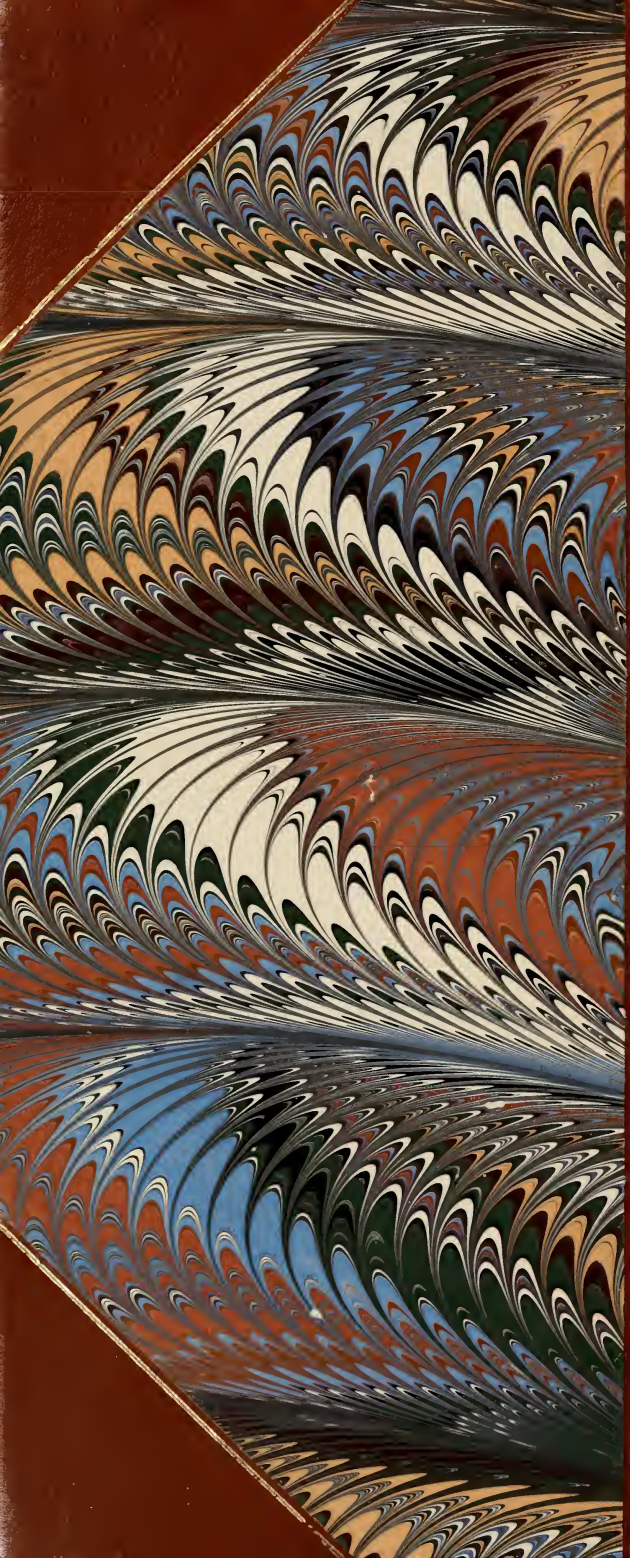
SUITE DE L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

De la Figuration des minéraux. . . . . Page 7

Des Verres primitifs. 21
Du Quartz. 32
Du Jaspe. 45
Du Mica et du Talc. 52
Du Feld-Spath. 59
Du Schorl. 66

Des Roches vitreuses de deux et trois substances, et en particulier du Porphyre. 69
Du Granite. 85
Du Grès. 103
Des Argiles et des Glaises. 118
Des Schistes et de l'Ardoise. 139
De la Craie. 152
De la Marne. 164
De la Pierre calcaire. 171
De l'Albâtre. 208
Du Marbre. 230
Du Plâtre et du Gypse. 260
Des Pierres composées de matières vitreuses et de substances calcaires. 284

De la Terre végétale. . . . . Page 296
Du Charbon de terre. 332
Du Bitume. 431
De la Pyrite martiale. 455

FIN DE LA TABLE.

HAND BOUND BY
PALIN BOOKBINDERY
CAPE COD